Docket No.: X2007.0144
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Hideki Sato, et al.

Application No.: Not Yet Assigned

Confirmation No.:

Filed: Concurrently Herewith

Art Unit: N/A

For: MAGNETIC SENSOR AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

Examiner: Not Yet Assigned

CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS

MS Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign applications filed in the following foreign countries on the dates indicated:

Country	Application No.	Date
Japan	2002-304392	October 18, 2002
Japan	2003-065200	March 11, 2003

In support of this claim, a certified copy of each said original foreign application is filed herewith.

Dated: October 16, 2003

Respectfully submitted,

By _____

Mark J. Thronson
Registration No.: 33,082
DICKSTEIN SHAPIRO MORIN & OSHINSKY LLP
1177 Avenue of the Americas
41st Floor
New York, New York 10036-2714
(212) 835-1400
Attorney for Applicant

09P14882～14886 0
US

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: ２００２年１０月１８日

出願番号
Application Number: 特願２００２－３０４３９２

[ST. 10/C]: [ＪＰ２００２－３０４３９２]

出願人
Applicant(s): ヤマハ株式会社

２００３年 ９月 １日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office 今井康夫

出証番号 出証特２００３－３０７０８３２

【書類名】　特許願
【整理番号】　J98099A1
【提出日】　平成14年10月18日
【あて先】　特許庁長官　殿
【国際特許分類】　H01L 43/12
【発明の名称】　磁気センサ及びその製造方法
【請求項の数】　7
【発明者】
　【住所又は居所】　静岡県浜松市中沢町１０番１号　ヤマハ株式会社内
　【氏名】　佐藤　秀樹
【発明者】
　【住所又は居所】　静岡県浜松市中沢町１０番１号　ヤマハ株式会社内
　【氏名】　相曽　功吉
【特許出願人】
　【識別番号】　000004075
　【氏名又は名称】　ヤマハ株式会社
【代理人】
　【識別番号】　100064908
　【弁理士】
　【氏名又は名称】　志賀　正武
【選任した代理人】
　【識別番号】　100089037
　【弁理士】
　【氏名又は名称】　渡邊　隆
【手数料の表示】
　【予納台帳番号】　008707
　【納付金額】　21,000円
【提出物件の目録】
　【物件名】　明細書　1

【物件名】　図面　1

【物件名】　要約書　1

【包括委任状番号】　9001626

【プルーフの要否】　要

【書類名】　明細書

【発明の名称】　磁気センサ及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項１】　基板上に、磁気抵抗効果素子と永久磁石とがそれぞれ複数個形成され、これら磁気抵抗効果素子各々の両端には前記永久磁石が接続され、これらの磁気抵抗効果素子により２軸方向の磁界の大きさを検出する磁気センサにおいて、

前記磁気抵抗効果素子の磁化の向きと前記永久磁石の磁化の向きとが４５°の角度をなすように配置されてなることを特徴とする磁気センサ。

【請求項２】　基板上に、磁気抵抗効果素子と永久磁石とがそれぞれ複数個形成され、これらの磁気抵抗効果素子各々の両端には前記永久磁石が接続され、これらの磁気抵抗効果素子により２軸方向の磁界の大きさを検出する磁気センサにおいて、

前記複数の磁気抵抗効果素子のそれぞれの感度の方向と前記基板の辺とのなす角度が４５°であることを特徴とする磁気センサ。

【請求項３】　基板上に、磁気抵抗効果素子と永久磁石とがそれぞれ複数個形成され、これらの磁気抵抗効果素子各々の両端には前記永久磁石が接続され、これらの磁気抵抗効果素子により２軸方向の磁界の大きさを検出する磁気センサにおいて、

前記複数の磁気抵抗効果素子のうち、少なくとも２つの磁気抵抗効果素子は互いに直交する方向に感度を有し、他の磁気抵抗効果素子は感度を有しないことを特徴とする磁気センサ。

【請求項４】　基板上に、磁気抵抗効果素子と永久磁石とがそれぞれ複数個形成され、これらの磁気抵抗効果素子各々の両端には前記永久磁石が接続され、これらの磁気抵抗効果素子により２軸方向の磁界の大きさを検出する磁気センサの製造方法であって、

前記磁気抵抗効果素子の規則化処理を行う規則化処理工程と、前記永久磁石の着磁を行う着磁工程とを有し、

前記規則化処理工程は、前記磁気抵抗効果素子の長軸に対して４５°の角度で

磁場を印加することを特徴とする磁気センサの製造方法。

【請求項５】　前記規則化処理工程と、前記着磁工程とは、同一のマグネットアレイを用いて行うことを特徴とする請求項４記載の磁気センサの製造方法。

【請求項６】　基板上に、磁気抵抗効果素子と永久磁石とがそれぞれ複数個形成され、これらの磁気抵抗効果素子各々の両端には前記永久磁石が接続され、これらの磁気抵抗効果素子により２軸方向の磁界の大きさを検出する磁気センサの製造方法であって、

前記磁気抵抗効果素子の規則化処理を行う規則化処理工程と、前記永久磁石の着磁を行う着磁工程とを有し、

前記着磁工程における着磁の向きを、前記規則化処理工程の磁化の向きに一致させることを特徴とする磁気センサの製造方法。

【請求項７】　基板上に、磁気抵抗効果素子と永久磁石とがそれぞれ複数個形成され、これらの磁気抵抗効果素子各々の両端には前記永久磁石が接続され、これらの磁気抵抗効果素子により２軸方向の磁界の大きさを検出する磁気センサの製造方法であって、

前記磁気抵抗効果素子の規則化処理を行う規則化処理工程と、前記永久磁石の着磁を行う着磁工程とを有し、

前記規則化処理における磁場の方向と、前記着磁における磁場の方向とが、４５°となるようにしたことを特徴とする磁気センサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気センサ及びその製造方法に関し、特に、強い磁界が加わった場合におけるオフセットの動きを抑制することができ、その結果、耐強磁界特性を向上させることが可能な磁気センサ及びその製造方法に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

従来より、巨大磁気抵抗素子（以下、ＧＭＲ素子とも称する）等の磁気抵抗効果素子を用いた磁気センサが提案され、実用に供されている。

このＧＭＲ素子は、磁化の向きが所定の向きにピン止めされたピンド層と、磁化の向きが外部磁界に対応して変化するフリー層とを備え、外部磁界が加わった場合に、ピンド層の磁化の向きとフリー層の磁化の向きとの相対関係に応じた抵抗値を呈するもので、この抵抗値を測定することで外部磁界を検出するようになっている。

このような磁気センサにあっては、微小な外部磁界を精度良く検出するために、この外部磁界が磁気センサに加わっていない場合のフリー層の各磁区の磁化の向きを所定の向き（以下、この「所定の向き」を「初期状態の向き」とも称する。）に安定的に維持する必要がある。

【０００３】

そこで、一般には、薄膜のフリー層の平面視での形状を長方形とするとともに、同長方形の長辺（長軸）を前記初期状態の向きに一致させることにより、磁化の向きが長手方向に揃う形状異方性を利用して同フリー層の各磁区の磁化の向きを同初期状態の向きに一致させるようにしている。また、外部磁界が消滅したときにフリー層の各磁区の磁化の向きが長期安定的に前記初期状態の向きに復帰するように、フリー層の長手方向の両端部に永久磁石であるバイアス磁石膜を配し、同バイアス磁石膜によって同初期状態の向きの磁界を同フリー層に加えるようになっている。

また、ＡＭＲ型の磁気抵抗効果素子では、感度を上げるためにバイアス磁界の付与が必要となるが、これを４つの素子に均等に付与するために、基板に対して磁気抵抗効果素子を４５°傾けた構造の磁気センサが提案されている（例えば、特許文献１参照）。

【０００４】

【特許文献１】

特開平０５－１２６５７７号公報　（段落番号［００１６］、第５（ａ）図）

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、従来の磁気センサにおいては、バイアス磁石膜の保持力よりは小さ

いが比較的大きな磁界を有し、且つ初期状態の向きとは反対の向きの外部磁界が印加されると、フリー層の各磁区の磁化が変化し、その後、外部磁界を消滅させてもフリー層の各磁区の磁化の向きが初期状態の向きへ一致（復帰）しなくなり、その結果、磁気センサは再び外部磁界の変化に対してヒステリシスを有するようになり、磁界の検出精度が悪化してしまうという問題点があった。

また、微小な基板上に、ピンド層の磁化の向きが互いに交差する二以上の磁気抵抗効果素子を形成することは困難であり、そのような構成の単一チップも提案されていない。したがって、磁気センサの小型化ができず、また、ピンド層の磁化の向きの制約のために応用範囲を広くできないという問題点があった。

【０００６】

そこで、本発明者等は、小型化ができ、しかも応用範囲の広いＧＭＲ素子を用いた二軸の磁気センサを提案した（特願２００１－２８１７０３号）。

図１６は、本発明者等が提案したＧＭＲ素子を用いた二軸の磁気センサを示す平面図であり、この磁気センサ１０１は、所定の厚みを有する略正方形状の石英基板１０２と、この石英基板１０２上に形成されＸ軸方向の磁界を検出するＸ軸磁気センサを構成するＸ軸ＧＭＲ素子１１１～１１４と、同石英基板１０２上に形成されＸ軸と直交するＹ軸方向の磁界を検出するＹ軸磁気センサを構成するＹ軸ＧＭＲ素子１２１～１２４とにより構成されている。

【０００７】

Ｘ軸ＧＭＲ素子１１１～１１４は、石英基板１０２上のＸ軸に直交する二辺それぞれの中点近傍に一対づつ、かつ一対の素子同士が互いに平行になるように配置されている。Ｙ軸ＧＭＲ素子１２１～１２４も同様に、石英基板１０２上のＹ軸に直交する二辺それぞれの中点近傍に一対づつ、かつ一対の素子同士が互いに平行になるように配置されている。

これらＸ軸ＧＭＲ素子１１１～１１４及びＹ軸ＧＭＲ素子１２１～１２４は、石英基板１０２上の配置と、石英基板１０２に対するピンド層のピン止めされた磁化の向きが異なる点を除き、全く同様の構造を備えている。

したがって、ここでは、Ｘ軸ＧＭＲ素子１１１を例に取り、その構造について説明する。

【０００８】

Ｘ軸ＧＭＲ素子１１１は、図１７及び図１８に示すように、互いに平行に配置された帯状のスピンバルブ膜１３１、１３１、…と、高保磁力、高角型比を有するＣｏＣｒＰｔ等の硬質強磁性体の薄膜からなるバイアス磁石膜１３２、１３２，…とにより構成されている。

各スピンバルブ膜１３１は、一方の端部が隣接する一方のスピンバルブ膜１３１にバイアス磁石膜１３２を介して接続され、他方の端部が隣接する他方のスピンバルブ膜１３１にバイアス磁石膜１３２を介して接続されることで、全体形状がつづらおり状とされている。

【０００９】

スピンバルブ膜１３１は、図１９に示すように、石英基板１０２上に、フリー層Ｆ、膜厚が２．４ｎｍ（２４Å）のＣｕからなる導電性のスペーサ層Ｓ、ピン層Ｐ、チタン（Ｔｉ）、タンタル（Ｔａ）等の金属薄膜からなるキャッピング層Ｃが順次積層されている。

フリー層Ｆは、外部磁界の向きに応じて磁化の向きが変化する層であり、膜厚が８ｎｍ（８０Å）のＣｏＺｒＮｂアモルファス磁性層１３１ａと、ＣｏＺｒＮｂアモルファス磁性層１３１ａ上に積層された膜厚が３．３ｎｍ（３３Å）のＮｉＦｅ磁性層１３１ｂと、ＮｉＦｅ磁性層１３１ｂ上に積層された１～３ｎｍ（１０～３０Å）程度の膜厚のＣｏＦｅ層１３１ｃとにより構成されている。

このフリー層Ｆには、その一軸異方性を維持するために、バイアス磁石膜１３２により図１７中Ｙ軸方向にバイアス磁界が付与されている。

【００１０】

スペーサ層Ｓは、ＣｕもしくはＣｕ合金からなる金属薄膜である。

ＣｏＺｒＮｂアモルファス磁性層１３１ａとＮｉＦｅ磁性層１３１ｂは、軟質の強磁性体であり、ＣｏＦｅ層１３１ｃはＮｉＦｅ磁性層１３１ｂのＮｉ、及びスペーサ層ＳのＣｕの拡散を防止するものである。

ピン層Ｐは、ピンド層となる膜厚が２．２ｎｍ（２２Å）のＣｏＦｅ磁性層１３１ｄと、ピニング層となるＣｏＦｅ磁性層１３１ｄ上に積層されたＰｔを４５～５５ｍｏｌ％含むＰｔＭｎ合金からなる膜厚が２４ｎｍ（２４０Å）の反強磁

性膜１３１ｅとにより構成されている。

【００１１】

ＣｏＦｅ磁性層１３１ｄは、反強磁性膜１３１ｅに交換結合的に裏打されることにより磁化の向きがＸ軸負方向にピン止め（固着）されるピンド層を構成している。反強磁性膜１３１ｅは、Ｘ軸正方向に磁場が印加された結果、規則化されており、ピニング層を構成している。ピンド層とピニング層をあわせてピン層と称する。

なお、Ｘ軸ＧＭＲ素子１１２～１１４及びＹ軸ＧＭＲ素子１２１～１２４それぞれの構造も、上記のＸ軸ＧＭＲ素子１１１と全く同様の構造であるから、説明を省略する。

【００１２】

次に、Ｘ軸ＧＭＲ素子１１１～１１４及びＹ軸ＧＭＲ素子１２１～１２４の磁気特性について説明する。

Ｘ軸ＧＭＲ素子１１１は、図２０に示すように、Ｘ軸に沿って変化する外部磁界［Ｏｅ］に対しては、図中実線に示すように、－Ｈｃ～＋Ｈｃの領域では上記の外部磁界に略比例して変化し、この範囲の両側の領域ではほぼ一定となるヒステリシス曲線を呈し、Ｙ軸に沿って変化する外部磁界［Ｏｅ］に対しては、図中破線に示すように、上記の外部磁界に対しては略一定の抵抗値を呈する。

【００１３】

このＸ軸ＧＭＲ素子１１１、１１２は、図１６中矢印にて示したように、ピンド層のピン止めされた磁化の向きはＸ軸負方向となっている。

一方、Ｘ軸ＧＭＲ素子１１３、１１４は、図１６中矢印にて示したように、ピンド層のピン止めされた磁化の向きはＸ軸正方向となっている。

また、Ｙ軸ＧＭＲ素子１２１、１２２は、図１６中矢印にて示したように、ピンド層のピン止めされた磁化の向きはＹ軸正方向となっている。

一方、Ｘ軸ＧＭＲ素子１２３、１２４は、図１６中矢印にて示したように、ピンド層のピン止めされた磁化の向きはＹ軸負方向となっている。

【００１４】

Ｘ軸磁気センサ（Ｘ軸ＧＭＲ素子１１１～１１４）は、図２１に示すように、

Ｘ軸ＧＭＲ素子１１１～１１４がフルブリッヂ接続されている。なお、図２１において、矢印は各Ｘ軸ＧＭＲ素子１１１～１１４のピンド層のピン止めされた磁化の向きを示している。このような構成において、直流電源を用いて一方の端子にＶxin+（ここでは５Ｖ）を、他方の端子にＶxin-（ここでは０Ｖ）をそれぞれ印加すると、さらに一方の端子ＨからＶxout+が、また他方の端子ＬからＶxout-がそれぞれ取り出され、取り出された電位差（Ｖxout+－Ｖxout-）がセンサ出力Ｖxoutとして出力される。

この結果、Ｘ軸磁気センサは、図２２中実線にて示すように、Ｘ軸に沿って変化する外部磁界に対しては、－Ｈｃ～＋Ｈｃの範囲において同外部磁界に略反比例して変化し、この範囲の両側の領域ではほぼ一定となる出力電圧Ｖxoutを示す。

一方、Ｙ軸に沿って変化する外部磁界に対しては、図２２中破線にて示すように、略「０Ｖ」の出力電圧Ｖxoutを示す。

【００１５】

Ｙ軸磁気センサ（Ｙ軸ＧＭＲ素子１２１～１２４）は、Ｘ軸磁気センサと同様、図２３に示すように、Ｙ軸ＧＭＲ素子１２１～１２４がフルブリッヂ接続されている。このような構成において、直流電源を用いて一方の端子にＶyin+（ここでは５Ｖ）を、他方の端子にＶyin-（ここでは０Ｖ）をそれぞれ印加すると、さらに一方の端子ＨからＶyout+が、また他方の端子ＬからＶyout-がそれぞれ取り出され、取り出された電位差（Ｖyout+－Ｖyout-）がセンサ出力Ｖyoutとして出力される。

この結果、Ｙ軸磁気センサは、図２４中破線にて示すように、Ｙ軸に沿って変化する外部磁界に対しては、－Ｈｃ～＋Ｈｃの範囲において同外部磁界に略反比例して変化し、この範囲の両側の領域ではほぼ一定となる出力電圧Ｖyoutを示す。

一方、Ｘ軸に沿って変化する外部磁界に対しては、図２４中実線にて示すように略「０Ｖ」の出力電圧Ｖyoutを示す。

【００１６】

次に、この磁気センサ１０１の製造方法について説明する。

まず、図２５に示すように、長方形の石英ガラス１４１上に、個々のＧＭＲ素子を構成するための膜Ｍを島状に複数、成膜する。これらの膜Ｍは、石英ガラス１４１が後の切断工程によりブレークラインＢに沿って切断されることで個々の石英基板１０２に分割されたとき、Ｘ軸ＧＭＲ素子１１１～１１４及びＹ軸ＧＭＲ素子１２１～１２４の位置に配置されるように形成される。また、石英ガラス１４１の四隅には、長方形から十字形を除いた形状のアライメントマーク（位置決め用マーク）１４２を形成しておく。

【００１７】

次いで、図２６及び図２７に示すように、開口部が正方形状の貫通孔１４３が格子状に複数個形成された長方形の金属プレート１４４を準備し、この金属プレート１４４の各貫通孔１４３に、断面形状が貫通孔１４３と略同形状の直方体状の永久磁石１４５、１４５、…を、各永久磁石１４５の上端面が金属プレート１４４の表面に平行になるように、かつ、隣接する永久磁石１４５同士の極性が異なるように、挿入する。

その後、金属プレート１４４を下方から取り去る。これにより、永久磁石１４５、１４５、…が格子状に配列され、かつ、隣接する永久磁石１４５の上端の極性が互いに異なるマグネットアレイが作製される。

【００１８】

次いで、図２８に示すように、金属プレート１４４と略同一形状の透明石英ガラスからなるプレート１５１を準備する。このプレート１５１の四隅各々には、石英ガラス１４１のアライメントマーク１４２と協働して位置決めを行うための十字形のアライメントマーク（位置決め用マーク）１５２を形成しておく。また、石英ガラス１４１の貫通孔１４３、１４３、…それぞれに対応する位置には、永久磁石１４５の外形形状に対応するアライメントマーク１５３を形成しておく。

【００１９】

次いで、図２９に示すように、マグネットアレイの永久磁石１４５、１４５、…の上端面をプレート１５１の下面に接着剤により接着する。このとき、アライメントマーク１５３を用いて永久磁石１４５、１４５、…とプレート１５１との

位置決めを行う。

次いで、図３０に示すように、石英ガラス１４１の膜Mがプレート１５１の上面と接するように配置する。石英ガラス１４１とプレート１５１との位置合わせは、アライメントマーク１４２、１４２、…とアライメントマーク１５２、１５２、…とを相互に一致させることで行われる。その後、クリップ等の固定具１５５を複数個用いて、石英ガラス１４１とプレート１５１を固定する。

【００２０】

この状態では、図３１に示すように、１つの永久磁石１４５のN極（またはS極）から隣接する永久磁石１４５、１４５、…の各S極（またはN極）に向かう磁界が形成されている。したがって、図３２に示すように、１つの永久磁石１４５の周囲に配置されている膜M、M、…には、Y軸正方向、X軸正方向、Y軸負方向、及びX軸負方向の磁界が加わっている。

そこで、石英ガラス１４１とプレート１５１を固定具１５５で固定したまま、真空中にて、２５０℃～２８０℃で４時間熱処理する。その後、保護のためのパッシベーション膜、ポリイミド膜を形成し、石英ガラス１４１をブレークラインBで切断する。これにより、磁気センサ１０１が製造される。

【００２１】

ところで、この二軸の地磁気センサは、従来のＡＭＲ型の磁気抵抗効果素子を４５°傾けた構造の磁気センサと比較して、バイアス磁界を用いずに地磁気レベルの磁界測定ができるという利点を有するが、強い磁界を加えると、磁化状態が変化し、ブリッジのオフセットが変化してしまうという問題点がある。

そこで、ＧＭＲ素子の両端に永久磁石を取り付け、強磁界でのオフセットの動きを抑制する方法も考えられるが、この方法では、ＧＭＲ素子の弱磁場でのヒステリシス低減の効果はあるものの、オフセットの安定性は不十分である。

また、ＧＭＲ素子の下側に薄膜コイルを埋設し、初期化磁界を印加することにより、強磁界で動いた磁化状態を元へ戻すことも考えられるが、この方法においても、オフセットの安定性は不十分である。

【００２２】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであって、強い磁界が加わった場

合におけるオフセットの動きを抑制することができ、その結果、耐強磁界特性を向上させることができる磁気センサ及びその製造方法を提供することを目的とする。

【００２３】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は次の様な磁気センサ及びその製造方法を提供した。

すなわち、本発明の磁気センサは、基板上に、磁気抵抗効果素子と永久磁石とがそれぞれ複数個形成され、これら磁気抵抗効果素子各々の両端には前記永久磁石が接続され、これらの磁気抵抗効果素子により２軸方向の磁界の大きさを検出する磁気センサにおいて、前記磁気抵抗効果素子の磁化の向きと前記永久磁石の磁化の向きとが４５°の角度をなすように配置されてなることを特徴とする。

【００２４】

この磁気センサでは、前記磁気抵抗効果素子の磁化の向きと前記永久磁石の磁化の向きとが４５°の角度をなすように配置したことにより、強い磁界が加わった場合においても、ブリッジのオフセットの動きが抑制される。これにより、耐強磁界特性を向上させることが可能になる。

【００２５】

本発明の他の磁気センサは、基板上に、磁気抵抗効果素子と永久磁石とがそれぞれ複数個形成され、これらの磁気抵抗効果素子各々の両端には前記永久磁石が接続され、これらの磁気抵抗効果素子により２軸方向の磁界の大きさを検出する磁気センサにおいて、前記複数の磁気抵抗効果素子のそれぞれの感度の方向と前記基板の辺とのなす角度が４５°であることを特徴とする。

【００２６】

この磁気センサでは、前記複数の磁気抵抗効果素子のそれぞれの感度の方向と前記基板の表面とのなす角度を４５°としたことにより、強い磁界が加わった場合においても、ブリッジのオフセットの動きが抑制される。これにより、耐強磁界特性を向上させることが可能になる。

【００２７】

本発明のさらに他の磁気センサは、基板上に、磁気抵抗効果素子と永久磁石とがそれぞれ複数個形成され、これらの磁気抵抗効果素子各々の両端には前記永久磁石が接続され、これらの磁気抵抗効果素子により２軸方向の磁界の大きさを検出する磁気センサにおいて、前記複数の磁気抵抗効果素子のうち、少なくとも２つの磁気抵抗効果素子は互いに直交する方向に感度を有し、他の磁気抵抗効果素子は感度を有しないことを特徴とする。

【００２８】

この磁気センサでは、前記複数の磁気抵抗効果素子のうち、少なくとも２つの磁気抵抗効果素子が互いに直交する方向に感度を有し、他の磁気抵抗効果素子が感度を有しないこととしたことにより、強い磁界が加わった場合においても、ブリッジのオフセットの動きが抑制される。これにより、耐強磁界特性を向上させることが可能になる。

【００２９】

本発明の磁気センサの製造方法は、基板上に、磁気抵抗効果素子と永久磁石とがそれぞれ複数個形成され、これらの磁気抵抗効果素子各々の両端には前記永久磁石が接続され、これらの磁気抵抗効果素子により２軸方向の磁界の大きさを検出する磁気センサの製造方法であって、前記磁気抵抗効果素子の規則化処理を行う規則化処理工程と、前記永久磁石の着磁を行う着磁工程とを有し、前記規則化処理工程は、前記磁気抵抗効果素子の長軸に対して４５°の角度で磁場を印加することを特徴とする。

【００３０】

この磁気センサの製造方法では、前記規則化処理工程を、前記磁気抵抗効果素子の長軸に対して４５°の角度で磁場を印加するとしたことにより、前記磁気抵抗効果素子に対して、その長軸に対して４５°の角度で傾斜する磁化を容易に付与する。これにより、前記磁気抵抗効果素子の磁化の向きと前記永久磁石の磁化の向きとが４５°の角度をなすように、前記磁気抵抗効果素子が容易に磁化される。

【００３１】

この磁気センサの製造方法では、前記規則化処理工程と、前記着磁工程とを、

同一のマグネットアレイを用いて行うことが好ましい。

マグネットアレイを用いることで、複数の前記磁気抵抗効果素子が同時に、しかも一度の操作で容易に磁化される。

【００３２】

本発明の他の磁気センサの製造方法は、基板上に、磁気抵抗効果素子と永久磁石とがそれぞれ複数個形成され、これらの磁気抵抗効果素子各々の両端には前記永久磁石が接続され、これらの磁気抵抗効果素子により２軸方向の磁界の大きさを検出する磁気センサの製造方法であって、前記磁気抵抗効果素子の規則化処理を行う規則化処理工程と、前記永久磁石の着磁を行う着磁工程とを有し、前記着磁工程における着磁の向きを、前記規則化処理工程の磁化の向きに一致させることを特徴とする。

【００３３】

この磁気センサの製造方法では、前記着磁工程における着磁の向きを、前記規則化処理工程の磁化の向きに一致させることにより、前記磁気抵抗効果素子に対して、その長軸に対して４５°の角度で傾斜する磁化を容易かつ効果的に付与する。これにより、前記磁気抵抗効果素子の磁化の向きと前記永久磁石の磁化の向きとが４５°の角度をなすように、前記磁気抵抗効果素子が容易に磁化される。

【００３４】

本発明のさらに他の磁気センサの製造方法は、基板上に、磁気抵抗効果素子と永久磁石とがそれぞれ複数個形成され、これらの磁気抵抗効果素子各々の両端には前記永久磁石が接続され、これらの磁気抵抗効果素子により２軸方向の磁界の大きさを検出する磁気センサの製造方法であって、前記磁気抵抗効果素子の規則化処理を行う規則化処理工程と、前記永久磁石の着磁を行う着磁工程とを有し、前記規則化処理における磁場の方向と、前記着磁における磁場の方向とが、４５°となるようにしたことを特徴とする。

【００３５】

この磁気センサの製造方法では、前記規則化処理における磁場の方向と、前記着磁における磁場の方向とが、４５°となるようにしたことにより、前記磁気抵抗効果素子に対して、その長軸に対して４５°の角度で傾斜する磁化を容易に付

与する。これにより、前記磁気抵抗効果素子の磁化の向きと前記永久磁石の磁化の向きとが４５°の角度をなすように、前記磁気抵抗効果素子が容易に磁化される。

【００３６】

【発明の実施の形態】

本発明の磁気センサ及びその製造方法の各実施の形態について図面に基づき説明する。

【００３７】

「第１の実施形態」

図１は本発明の第１の実施形態の磁気センサを示す平面図であり、ＧＭＲ素子を用いた二軸の地磁気センサの例である。

この磁気センサ１は、所定の厚みを有する略正方形状の石英基板２と、この石英基板２上に形成されＸ軸方向の磁界を検出するＸ軸磁気センサを構成するＸ軸ＧＭＲ素子１１～１４と、同石英基板２上に形成されＸ軸と直交するＹ軸方向の磁界を検出するＹ軸磁気センサを構成するＹ軸ＧＭＲ素子２１～２４とにより構成されている。

【００３８】

Ｘ軸ＧＭＲ素子１１～１４は、石英基板２上のＸ軸に直交する二辺それぞれの中点の近傍に一対づつ、かつ一対の素子同士が互いに平行になるように配置されている。Ｙ軸ＧＭＲ素子２１～２４も同様に、石英基板２上のＹ軸に直交する二辺それぞれの中点の近傍に一対づつ、かつ一対の素子同士が互いに平行になるように配置されている。

【００３９】

これらＸ軸ＧＭＲ素子１１～１４及びＹ軸ＧＭＲ素子２１～２４は、互いに平行に配置された複数の帯状のスピンバルブ膜からなる全体形状が略平行四辺形状の磁気抵抗効果素子３１と、この磁気抵抗効果素子３１の長軸方向の両端部に接続され高保磁力、高角型比を有するＣｏＣｒＰｔ等の硬質強磁性体の略正方形状の薄膜からなる永久磁石３２、３２とにより構成され、これら磁気抵抗効果素子３１及び永久磁石３２、３２の全体形状がつづらおり状とされている。

【００４０】

この磁気抵抗効果素子３１は、その長軸方向が近接する石英基板２の辺に対して４５°となるように形成されている。また、永久磁石３２、３２は、その長軸方向が近接する石英基板２の辺に対して平行になるように、かつ前記辺からの距離が互いに異なるように形成されている。

磁気抵抗効果素子３１の磁化の向きは、その長軸に沿う方向であり、永久磁石３２、３２の磁化の向きも、その長軸に沿う方向であるから、磁気抵抗効果素子３１の磁化の向きと永久磁石３２、３２の磁化の向きとは４５°の角度となっている。

【００４１】

上記のスピンバルブ膜そのものの構造は、従来のＸ軸ＧＭＲ素子１１１～１１４及びＹ軸ＧＭＲ素子１２１～１２４のスピンバルブ膜１３１と全く同一の構造であるから、ここでは、膜構造の詳細については説明を省略する。

これらＸ軸ＧＭＲ素子１１～１４及びＹ軸ＧＭＲ素子２１～２４においては、磁気抵抗効果素子３１のピン層Ｐの磁化の方向と、永久磁石３２の磁化の方向とのなす角度が４５°である。

すなわち、磁気抵抗効果素子３１のピン層Ｐの長軸方向と、永久磁石３２の長軸方向とは、４５°傾斜した状態で接続されている。

【００４２】

次に、この磁気センサ１の製造方法について説明する。

従来の磁気センサ１０１と同様、長方形の石英ガラス上に、個々のＧＭＲ素子に接続される永久磁石３２、３２を構成するためのスピンバルブ膜を島状に複数、成膜する。ここでは、図２に示すように、これらの膜Ｎ、Ｎにより画定されるＧＭＲ素子が配置される領域Ｍは、石英ガラス４１が後の切断工程によりブレークラインＢに沿って切断されることで個々の石英基板２に分割されたとき、Ｘ軸ＧＭＲ素子１１～１４及びＹ軸ＧＭＲ素子２１～２４の位置に配置されるように形成される。

また、石英ガラス４１の四隅には、アライメントマーク（図示せず）を形成しておく。ししして、この永久磁石３２、３２の形成後、ＧＭＲ素子を構成するため

の膜を全面に成膜する。

【００４３】

次いで、図３に示すように、開口部が正方形状の貫通孔４３が格子状に複数個形成された長方形の金属プレート４４を準備し、この金属プレート４４の各貫通孔４３に、断面形状が貫通孔４３と略同形状の直方体状の永久磁石片４５、４５、…を、各永久磁石片４５の上端面が金属プレート４４の表面に平行になるように、かつ、隣接する永久磁石片４５同士の極性が異なるように、挿入する。

貫通孔４３、４３、…の位置は、従来の貫通孔１４３、１４３、…の位置に対して石英基板２の辺の長さの１／２だけＸ軸負方向及びＹ軸負方向にずらして形成されている。

その後、金属プレート４４を取り去る。これにより、永久磁石片４５、４５、…が格子状に配列され、かつ、隣接する永久磁石片４５同士の極性が異なるマグネットアレイが作製される。

【００４４】

次いで、金属プレート４４と略同一形状の透明石英ガラスからなるプレートを準備し、上記の永久磁石片４５、４５、…が格子状に配列されたマグネットアレイの永久磁石片４５、４５、…の上端面を、このプレートの下面に接着剤により接着する。このとき、アライメントマークを用いて永久磁石片４５、４５、…とプレートとの位置決めを行う。

次いで、石英ガラス４１の膜Ｍがプレートの上面と接するように配置する。石英ガラス４１とプレートとの位置合わせは、アライメントマークを相互に一致させることで行われる。その後、クリップ等の固定具を複数個用いて、石英ガラス４１とプレートを固定する。

【００４５】

次いで、磁気抵抗効果素子３１のピン層Ｐのうち、ピニング層の規格化処理、これに伴うピンド層の初期化の着磁を行う。

石英ガラス４１とプレートを固定した状態では、図２に示すように、後の切断工程により分割される石英基板２の四隅に、隣接する永久磁石片４５の極性が互いに異なるように、永久磁石片４５、４５、…が配置されるので、一方の永久磁

石片４５（Ｎ極）から、他方の永久磁石片４５（Ｓ極）に向かう磁界が形成されることとなる。この磁界は石英基板２の各辺と平行であるから、各膜Ｍにおいては、磁気抵抗効果素子３１のピン層Ｐの長軸方向に対して４５°傾斜した方向に磁界が印加されることとなる。

【００４６】

その後、石英ガラス４１とプレートを固定具で固定したまま、真空中にて、２５０℃～２８０℃で４時間熱処理する。

これにより、Ｘ軸ＧＭＲ素子１１～１４及びＹ軸ＧＭＲ素子２１～２４各々の磁気抵抗効果素子３１のピン層Ｐのうち、ピニング層の規格化処理を行うことができる。これにより、ピンド層は交換結合によりピン止めされる。

ここで、Ｘ軸ＧＭＲ素子１１～１４及びＹ軸ＧＭＲ素子２１～２４を、所定の形状となるようにパターニングし、永久磁石３２、３２に接続し、つづらおり状とする。

この磁気センサ１では、磁気抵抗効果素子３１のピン層ＰのＸ軸感度方向Ｆ１及びＹ軸感度方向Ｆ２は、図４の様になる。

【００４７】

次いで、図５に示すように、同一のマグネットアレイを用いて永久磁石３２の着磁を行う。

ここでは、永久磁石３２の着磁における磁界の印加方向を、磁気抵抗効果素子３１のピン層Ｐの着磁における磁界の印加方向と同一とする。

このようにして、磁気抵抗効果素子３１のピン層Ｐ及び永久磁石３２が着磁された磁気センサ１を作製することができる。

【００４８】

図６は、この磁気センサ１のＸ軸磁気センサ（Ｘ軸ＧＭＲ素子１１～１４）のブリッジ接続を示すブロック図であり、図中、$Ｘ_1$はＸ軸ＧＭＲ素子１１、１２からなる素子群であり、$Ｘ_2$はＸ軸ＧＭＲ素子１３、１４からなる素子群である。

これらＸ軸ＧＭＲ素子１１～１４の感度方向は、図４のＸ軸感度方向Ｆ１となるから、外部からＸ軸感度方向Ｆ１に磁場が加わった場合、図中、Ｈが高電位と

なり、外部からＸ軸感度方向Ｆ１と逆方向に磁場が加わった場合、図中、Ｌが高電位となる。

【００４９】

図７は、この磁気センサ１のＹ軸磁気センサ（Ｙ軸ＧＭＲ素子２１～２４）のブリッジ接続を示すブロック図であり、図中、Y_1はＹ軸ＧＭＲ素子２１、２２からなる素子群であり、Y_2はＹ軸ＧＭＲ素子２３、２４からなる素子群である。

これらＹ軸ＧＭＲ素子２１～２４の感度方向は、図４のＹ軸感度方向Ｆ２となるから、外部からＹ軸感度方向Ｆ２に磁場が加わった場合、図中、Ｈが高電位となり、外部からＹ軸感度方向Ｆ２と逆方向に磁場が加わった場合、図中、Ｌが高電位となる。

【００５０】

以上説明した様に、本実施形態の磁気センサ１によれば、石英基板２上にＸ軸ＧＭＲ素子１１～１４及びＹ軸ＧＭＲ素子２１～２４を形成し、これらＸ軸ＧＭＲ素子１１～１４及びＹ軸ＧＭＲ素子２１～２４各々の磁気抵抗効果素子３１のピン層Ｐの磁化の方向と、永久磁石３２の磁化の方向とのなす角度を４５°としたので、強い磁界が加わった場合においても、ブリッジのオフセットの動きを抑制することができ、耐強磁界特性を向上させることができる。

【００５１】

また、本実施形態の磁気センサ１の製造方法によれば、後の切断工程により分割される石英基板２の四隅に、隣接する永久磁石片４５の極性が互いに異なるように、永久磁石片４５、４５、…を配置し、各膜Ｍに、その長軸方向と一致する磁界を印加するので、強い磁界が加わった場合においても、ブリッジのオフセットの動きを抑制することができ、耐強磁界特性を向上させることができる磁気センサ１を、簡単な工程でしかも容易に作製することができる。

【００５２】

「第２の実施形態」

図８は本発明の第２の実施形態の磁気センサを示す平面図であり、本実施形態の磁気センサ５０が第１の実施形態の磁気センサ１と異なる点は、磁気抵抗効果

素子３１の長軸方向が、石英基板２の近接する辺と平行になっている点である。

すなわち、この磁気センサ５０は、所定の厚みを有する略正方形状の石英基板２と、この石英基板２上に形成されＸ軸方向の磁界を検出するＸ軸磁気センサを構成するＸ軸ＧＭＲ素子５１～５４と、同石英基板２上に形成されＸ軸と直交するＹ軸方向の磁界を検出するＹ軸磁気センサを構成するＹ軸ＧＭＲ素子６１～６４とにより構成されている。

【００５３】

Ｘ軸ＧＭＲ素子５１～５４は、石英基板２上のＸ軸に直交する二辺それぞれの中点の近傍に一対づつ、かつ一対の素子同士が互いに平行になるように配置されている。Ｙ軸ＧＭＲ素子６１～６４も同様に、石英基板２上のＹ軸に直交する二辺それぞれの中点の近傍に一対づつ、かつ一対の素子同士が互いに平行になるように配置されている。

【００５４】

これらＸ軸ＧＭＲ素子５１～５４及びＹ軸ＧＭＲ素子６１～６４は、互いに平行に配置された複数の帯状のスピンバルブ膜からなる全体形状が略平行四辺形状の磁気抵抗効果素子３１と、この磁気抵抗効果素子３１の長軸方向の両端部に接続され高保磁力、高角型比を有するＣｏＣｒＰｔ等の硬質強磁性体の略正方形状の薄膜からなる永久磁石３２、３２とにより構成され、これら磁気抵抗効果素子３１及び永久磁石３２、３２の全体形状が長方形状とされている。

【００５５】

この磁気抵抗効果素子３１は、その長軸方向が近接する石英基板２の辺に平行に形成されている。また、永久磁石３２、３２も、その長軸方向が近接する石英基板２の辺に平行になるように、かつ前記辺からの距離が互いに等しくなるように形成されている。

磁気抵抗効果素子３１の磁化の向きは、その長軸に対して４５°傾斜した方向であり、永久磁石３２、３２の磁化の向きは、その長軸に沿う方向であるから、磁気抵抗効果素子３１の磁化の向きと永久磁石３２、３２の磁化の向きとは４５°の角度をなすことになる。

【００５６】

上記のスピンバルブ膜そのものの構造は、第１の実施形態の磁気センサ１と全く同様、従来のＸ軸ＧＭＲ素子１１１～１１４及びＹ軸ＧＭＲ素子１２１～１２４のスピンバルブ膜１３１と全く同一の構造であるから、ここでは、膜構造の詳細については説明を省略する。

【００５７】

これらＸ軸ＧＭＲ素子５１～５４及びＹ軸ＧＭＲ素子６１～６４においては、磁気抵抗効果素子３１のピン層Ｐの長軸方向と、永久磁石３２の長軸方向が一致するように接続されている。

この磁気抵抗効果素子３１のピン層Ｐにおいては、その磁化の方向が、その長軸方向に対して４５°傾斜しているので、磁気抵抗効果素子３１のピン層Ｐの磁化の方向と、永久磁石３２の磁化の方向とのなす角度は４５°となる。

【００５８】

次に、この磁気センサ５０の製造方法について説明する。

本実施形態においては、２種のマグネットアレイを使用する。

上記の磁気センサ１と同様、長方形の石英ガラス上に、永久磁石３２、３２及び個々のＧＭＲ素子を構成するためのスピンバルブ膜を成膜する。

【００５９】

次いで、図１０に示すように、開口部が長方形状の貫通孔４３が４５°をなすように平行に複数個形成された長方形の第１の金属プレート６７を準備し、この第１の金属プレート６７の各貫通孔４３に、断面形状が貫通孔４３と略同形状の直方体状の永久磁石からなる棒磁石６８、６８、…を、各棒磁石６８の上端面が第１の金属プレート６７の表面に平行になるように、かつ、隣接する棒磁石６８同士の極性が異なるように、挿入する。

その後、第１の金属プレート６７を取り去る。これにより、棒磁石６８、６８、…が平行に配列され、かつ、隣接する棒磁石６８同士の極性が異なるマグネットアレイが作製される。

【００６０】

次いで、第１の実施形態と同様、第１の金属プレート６７と略同一形状の第１の透明石英ガラスからなるプレートを準備し、上記の棒磁石６８、６８、…が平

行に配列された第１のマグネットアレイの棒磁石６８、６８、…の上端面を、この第１のプレートの下面に接着剤により接着する。このとき、アライメントマークを用いて棒磁石６８、６８、…と第１のプレートとの位置決めを行う。

次いで、石英ガラス４１の膜Mが第１のプレートの上面と接するように配置する。石英ガラス４１と第１のプレートとの位置合わせは、アライメントマークを相互に一致させることで行われる。その後、クリップ等の固定具を複数個用いて、石英ガラス４１と第１のプレートを固定する。

【００６１】

次いで、磁気抵抗効果素子３１のピン層Ｐのうち、ピニング層の規格化処理を行う。

図９に示すように、棒磁石６８、６８、…を、隣接する棒磁石６８、６８の両端の極性が互いに異なるように、石英ガラス４１上に、その一辺に対して４５°傾斜した状態で載置する。

この場合、隣接する棒磁石６８、６８の間では、一方から他方へ向かう磁界が形成されることとなるが、この磁界は石英基板２の各辺に対して４５°傾斜しているので、スピンバルブ膜の領域Mには、その長軸方向に対して４５°傾斜する方向の磁界が印加されることとなる。

【００６２】

その後、石英ガラス４１とプレートを固定具で固定したまま、真空中にて、２５０℃～２８０℃で４時間熱処理する。

これにより、Ｘ軸ＧＭＲ素子５１～５４及びＹ軸ＧＭＲ素子６１～６４各々の磁気抵抗効果素子３１のピニング層の規格化処理を行うことができる。

この後、第１の実施形態と同様に、スピンバルブ膜のパターニングを行う。

この磁気センサ５０では、磁気抵抗効果素子３１のピン層ＰのＸ軸感度方向Ｆ１及びＹ軸感度方向Ｆ２は、図１１の様になる。

【００６３】

次いで、図１２に示すように、第１の実施形態にて用いたマグネットアレイと同様の構成のマグネットアレイを用いて永久磁石３２の着磁を行う。

ここでは、第１の実施形態と同様、後の切断工程により分割される石英基板２

の四隅に、隣接する永久磁石片４５の極性が互いに異なるように、永久磁石片４５、４５、…が配置されるので、一方の永久磁石片４５（Ｎ極）から、他方の永久磁石片４５（Ｓ極）に向かう磁界が形成されることとなる。この磁界は石英基板２の各辺と平行であるから、永久磁石３２には、その長軸方向と一致する磁界が印加されることとなる。

【００６４】

このようにして、磁気抵抗効果素子３１のピン層Ｐ及び永久磁石３２が着磁された磁気センサ５０を作製することができる。

この磁気センサ５０のブリッジ接続については、第１の実施形態と全く同様である。

本実施形態においても、第１の実施形態と全く同様の効果を奏することができる。

【００６５】

「第３の実施形態」

図１３は本発明の第３の実施形態の磁気センサを示す平面図であり、本実施形態の磁気センサ７１が第２の実施形態の磁気センサ５０と異なる点は、第２の実施形態の磁気センサ５０では、Ｘ軸ＧＭＲ素子５１、５２を石英基板２上のＸ軸負方向の一辺の中央部近傍に互いに平行になるように配置し、Ｙ軸ＧＭＲ素子６３、６４を石英基板２上のＹ軸負方向の一辺の中央部近傍に互いに平行になるように配置したのに対し、本実施形態の磁気センサ７１では、Ｘ軸ＧＭＲ素子５１、５２及びＹ軸ＧＭＲ素子６３、６４に感度を持たせないために、これらＸ軸ＧＭＲ素子５１、５２及びＹ軸ＧＭＲ素子６３、６４を石英基板２上の中央部に、この石英基板２の一辺に対して４５°傾斜して配置した点である。

【００６６】

この磁気センサ７１を作製する場合、磁気抵抗効果素子３１のピニング層の規格化処理を行う際に、石英ガラス４１とプレートを固定具で固定したまま、真空中にて、２５０℃～２８０℃で４時間熱処理するとともに、Ｘ軸ＧＭＲ素子５１、５２及びＹ軸ＧＭＲ素子６３、６４に垂直に磁界を印加すればよい。

また、永久磁石３２の着磁を行う際に、マグネットアレイによる着磁の前に、

図１４に示すように、Ｘ軸ＧＭＲ素子５１、５２及びＹ軸ＧＭＲ素子６３、６４に沿いかつ図中左下から右上へ向かう方向の強度が一様な磁界を印加するのが望ましい。

【００６７】

この様にして、Ｘ軸ＧＭＲ素子５１～５４及びＹ軸ＧＭＲ素子６１～６４各々の磁気抵抗効果素子３１のピン層Ｐの初期化の着磁及び永久磁石３２の着磁を行うことができ、磁気抵抗効果素子３１のピン層Ｐ及び永久磁石３２が着磁された磁気センサ７１を作製することができる。

【００６８】

この磁気センサ７１では、中央部に配置されたものを除く磁気抵抗効果素子３１のピン層ＰのＸ軸感度方向Ｆ１及びＹ軸感度方向Ｆ２は、図１５の様になる。

この磁気センサ７１のブリッジ接続については、第１の実施形態と全く同様である。

本実施形態においても、第１の実施形態と全く同様の効果を奏することができる。

【００６９】

表１は、本発明の磁気センサ（実施例１～３）と、従来の磁気センサ（従来例）の特性を比較したものである。

ここでは、実施例１として第１の実施形態の磁気センサ１を、実施例２として第２の実施形態の磁気センサ５０を、実施例３として第３の実施形態の磁気センサ７１をそれぞれ用いた。

【００７０】

【表１】

	従来例		実施例１	実施例２	実施例３
工程	直後	最終	最終	最終	最終
感度（mV/Oe）	4.1	3.6	1.8	1.8	0.9
100 Oe 浴びた後のオフセット変動（mV）	0.082	0.288	0.036	0.072	0.036
感度に対する変動比率（%）	2	8	2	4	4
オフセット温度変化（mV/℃）	—	0.018	0.009	0.0036	0.00153
温度変化の感度に対する比率（%）	—	0.5	0.5	0.2	0.17

【００７１】

表１によれば、実施例１～３の磁気センサは、従来例と比較して耐強磁界特性に優れていることが分かった。

この理由は、以下の通りと考えられる。

永久磁石の着磁の後、パッシベーション工程、ポリイミド塗布、ベーク工程を経た後にチップ化されるが、上記の工程では、２５０～３００℃という高温に曝される。

永久磁石は、この時、すでに着磁されているために、ピン層、フリー層共に磁場中熱処理されてしまい、当初の規則化処理後のピン止めされた磁化の無機とずれてしまう。したがって、元々のピン止めされた磁化の向きと、永久磁石の着磁の向きが一致するようにしておけば、この工程において磁化の向きが変動しても、特性には影響はない。

【００７２】

【発明の効果】

以上説明した様に、本発明の磁気センサによれば、磁気抵抗効果素子の磁化の向きと永久磁石の磁化の向きとが４５°の角度をなすように配置したので、強い磁界が加わった場合においても、ブリッジのオフセットの動きを抑制することができ、耐強磁界特性を向上させることができる。

【００７３】

本発明の他の磁気センサによれば、複数の磁気抵抗効果素子のそれぞれの感度の方向と基板の辺とのなす角度を４５°としたので、強い磁界が加わった場合においても、ブリッジのオフセットの動きを抑制することができ、耐強磁界特性を向上させることができる。

【００７４】

本発明のさらに他の磁気センサによれば、複数の磁気抵抗効果素子のうち、少なくとも２つの磁気抵抗効果素子が互いに直交する方向に感度を有し、他の磁気抵抗効果素子が感度を有しないこととしたので、強い磁界が加わった場合においても、ブリッジのオフセットの動きを抑制することができ、耐強磁界特性を向上させることができる。

【００７５】

本発明の磁気センサの製造方法によれば、規則化処理工程を、磁気抵抗効果素子の長軸に対して４５°の角度で磁場を印加するとしたので、磁気抵抗効果素子の磁化の向きと前記永久磁石の磁化の向きとの角度が４５°とされた本発明の磁

気センサを、簡単な工程で、しかも容易に作製することができる。

【００７６】

本発明の他の磁気センサの製造方法によれば、着磁工程における着磁の向きを、前記規則化処理工程の磁化の向きに一致させるので、磁気抵抗効果素子の磁化の向きと前記永久磁石の磁化の向きとの角度が４５°とされた本発明の磁気センサを、簡単な工程で、しかも容易に作製することができる。

【００７７】

本発明のさらに他の磁気センサの製造方法によれば、前記規則化処理における磁場の方向と、前記着磁における磁場の方向とが、４５°となるようにしたので、磁気抵抗効果素子の磁化の向きと前記永久磁石の磁化の向きとの角度が４５°とされた本発明の磁気センサを、簡単な工程で、しかも容易に作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明の第１の実施形態の磁気センサを示す平面図である。

【図２】　本発明の第１の実施形態の磁気センサの製造方法を示す過程図である。

【図３】　本発明の第１の実施形態の磁気センサの製造方法にて用いられる金属プレートを示す平面図である。

【図４】　本発明の第１の実施形態の磁気センサの感度方向を示す平面図である。

【図５】　本発明の第１の実施形態の磁気センサの製造方法を示す過程図である。

【図６】　本発明の第１の実施形態の磁気センサのブリッジ接続を示すブロック図である。

【図７】　本発明の第１の実施形態の磁気センサのブリッジ接続を示すブロック図である。

【図８】　本発明の第２の実施形態の磁気センサを示す平面図である。

【図９】　本発明の第２の実施形態の磁気センサの製造方法を示す過程図である。

【図１０】　本発明の第２の実施形態の磁気センサの製造方法にて用いられる金属プレートを示す平面図である。

【図１１】　本発明の第２の実施形態の磁気センサの感度方向を示す平面図である。

【図１２】　本発明の第２の実施形態の磁気センサの製造方法を示す過程図である。

【図１３】　本発明の第３の実施形態の磁気センサを示す平面図である。

【図１４】　本発明の第３の実施形態の磁気センサの製造方法を示す過程図である。

【図１５】　本発明の第３の実施形態の磁気センサの感度方向を示す平面図である。

【図１６】　本発明者等が既に提案したＧＭＲ素子を用いた二軸の磁気センサを示す平面図である。

【図１７】　二軸の磁気センサのＧＭＲ素子を示す平面図である。

【図１８】　図１７のＡ－Ａ線に沿う断面図である。

【図１９】　ＧＭＲ素子のスピンバルブ膜の構造を示す断面図である。

【図２０】　ＧＭＲ素子の磁気特性を示す図である。

【図２１】　Ｘ軸磁気センサのブリッヂ接続を示すブロック図である。

【図２２】　Ｘ軸磁気センサの磁気特性を示す図である。

【図２３】　Ｙ軸磁気センサのブリッヂ接続を示すブロック図である。

【図２４】　Ｙ軸磁気センサの磁気特性を示す図である。

【図２５】　二軸の磁気センサの製造方法に用いられる石英ガラス上にＧＭＲ素子膜を成膜した状態を示す平面図である。

【図２６】　二軸の磁気センサの製造方法に用いられるマグネットアレイの作製過程を示す平面図である。

【図２７】　図２６のＢ－Ｂ線に沿う断面図である。

【図２８】　二軸の磁気センサの製造方法において用いられる透明石英ガラスプレートを示す平面図である。

【図２９】　石英ガラスにマグネットアレイの永久磁石を接着した状態を示

す断面図である。

【図３０】　石英ガラスとプレートを固定具で固定した状態を示す断面図である。

【図３１】　マグネットアレイの永久磁石の磁界の向きを示す模式図である。

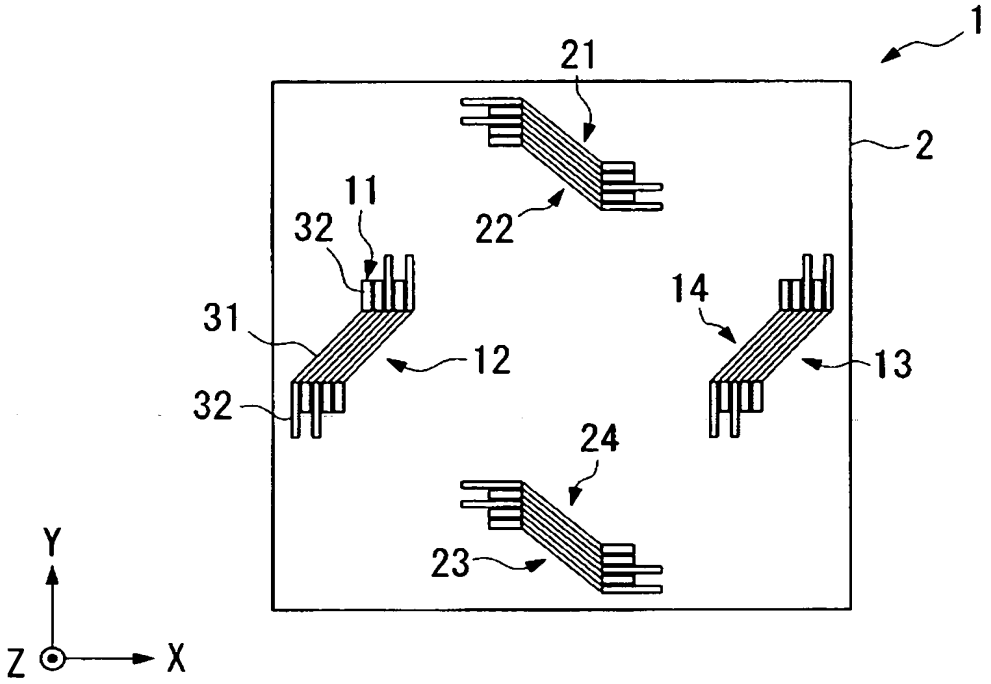
【図３２】　二軸の磁気センサの製造方法の一工程の磁性薄膜を磁化する方法を示す平面図である。

【符号の説明】

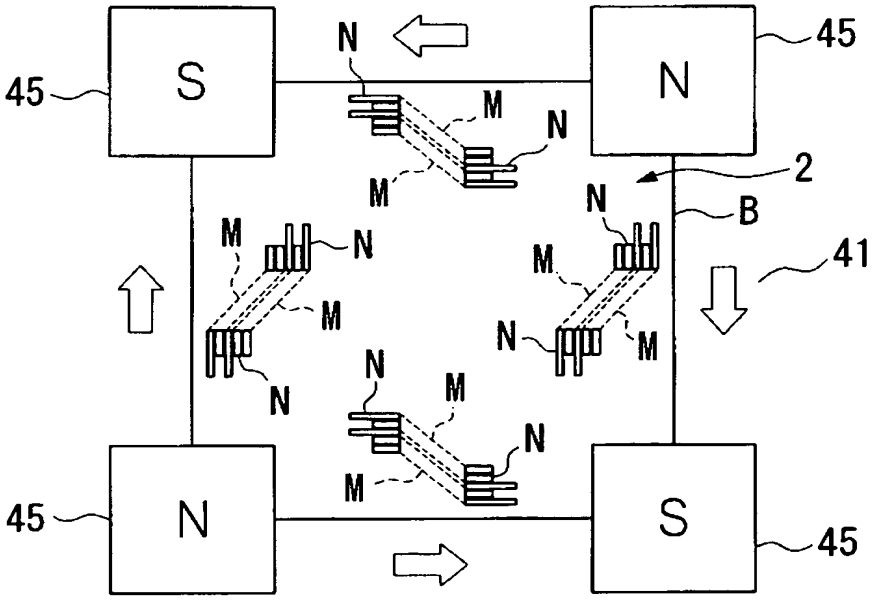
１…磁気センサ、２…石英基板、１１～１４…Ｘ軸ＧＭＲ素子、２１～２４…Ｙ軸ＧＭＲ素子、３１…磁気抵抗効果素子、３２…永久磁石、４１…石英ガラス、４３…貫通孔、４４…金属プレート、４５…永久磁石片、５０…磁気センサ、５１～５４…Ｘ軸ＧＭＲ素子、６１～６４…Ｙ軸ＧＭＲ素子、６７…金属プレート、６８…永久棒磁石、７１…磁気センサ。

【書類名】　図面

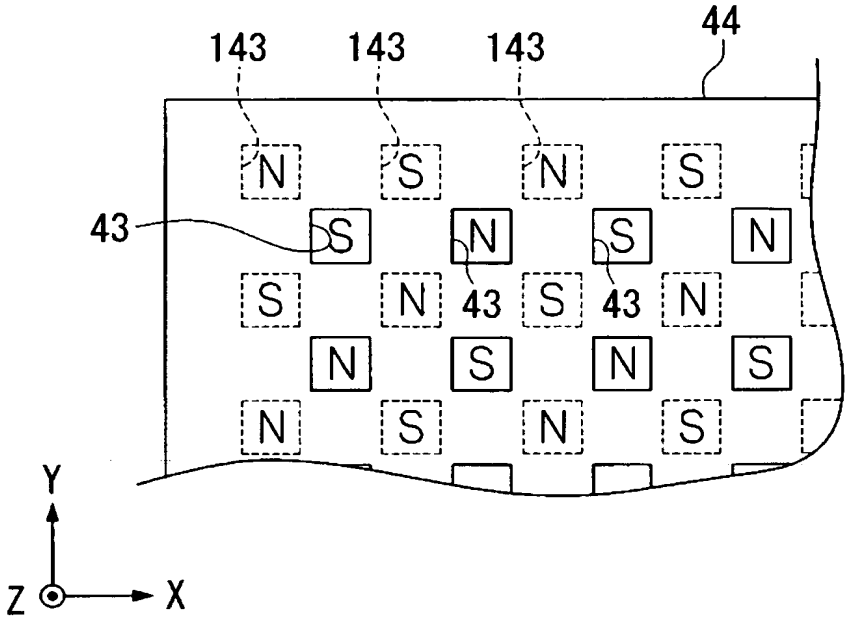
【図１】


1
21
2
22
11
32
14
31
12
13
32
24
23
Y
Z
X

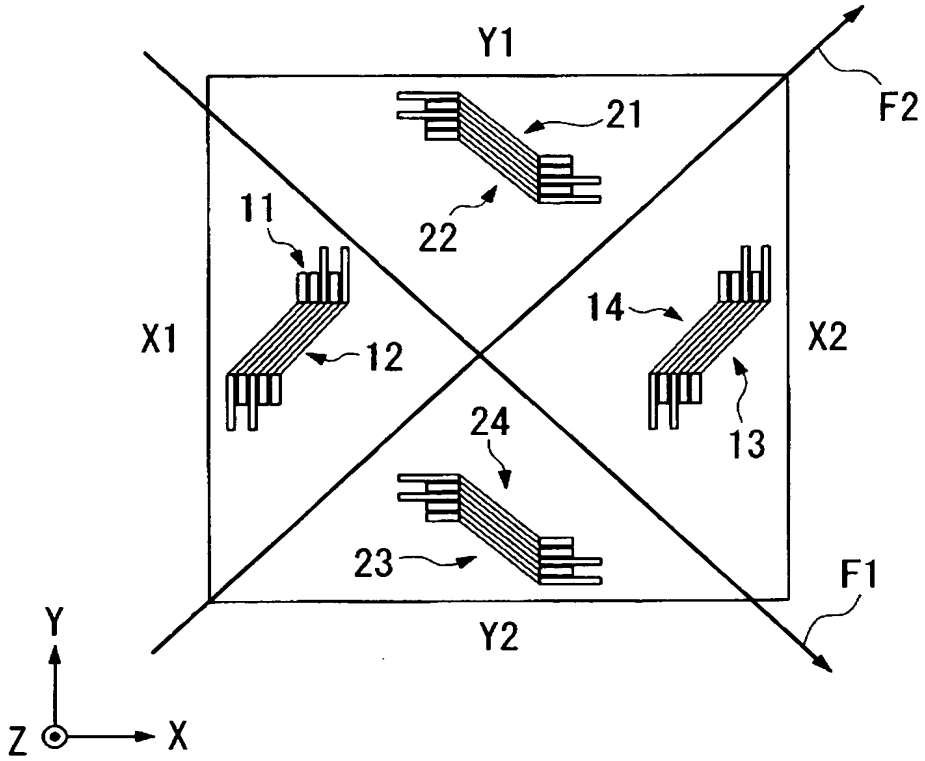
【図２】


45
S
N
45
N
M
N
M
2
N
B
M
N
M
41
N
M
N
M
N
N
M
N
M
45
N
S
45

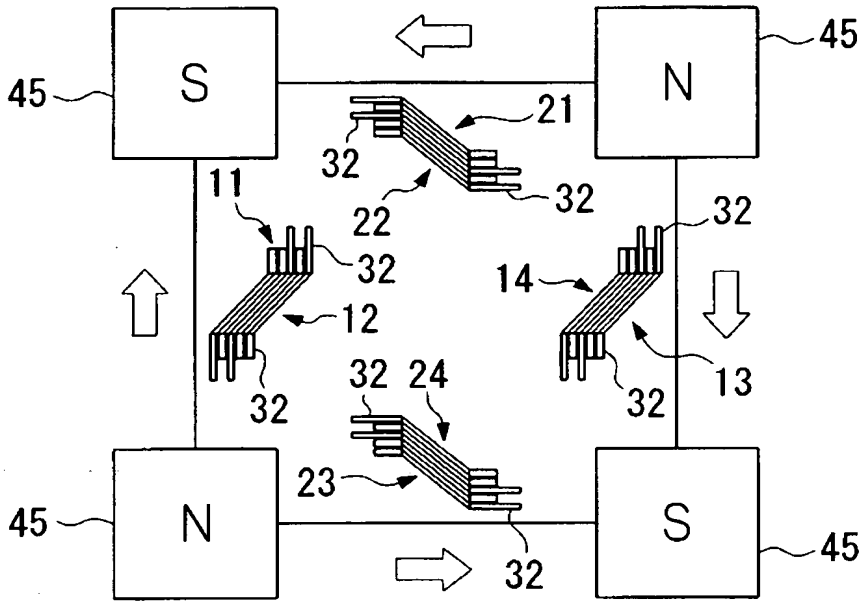
【図３】



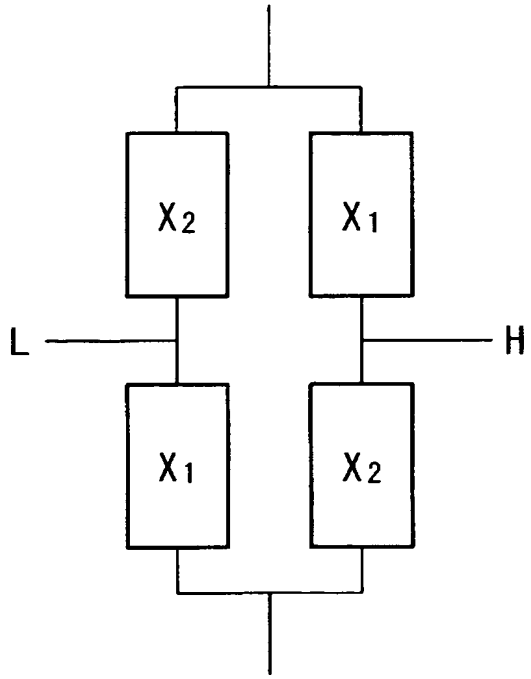
【図４】



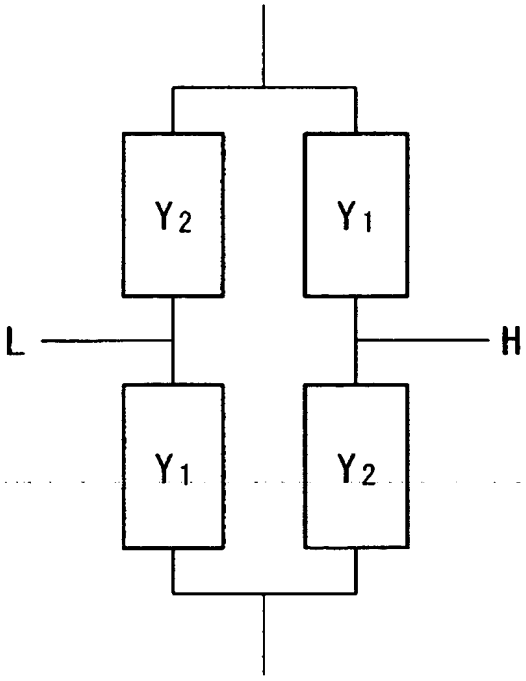
【図５】


S
N
N
S
45
45
45
45
21
32
32
22
11
32
12
32
32
14
32
13
32
24
23
32

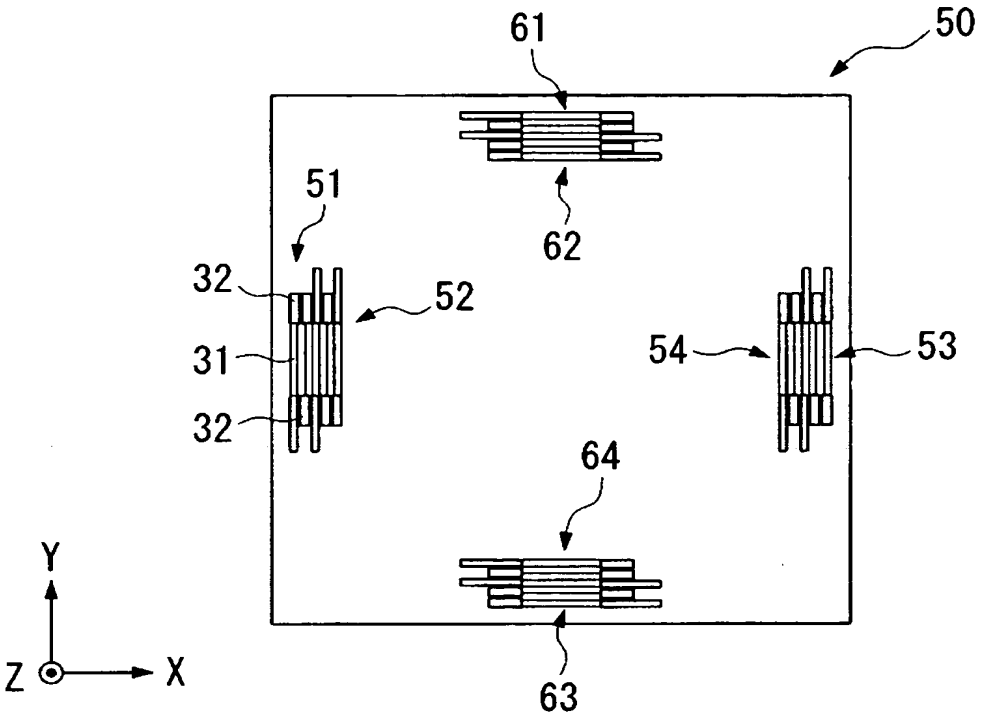
【図６】


X2
X1
L
H
X1
X2

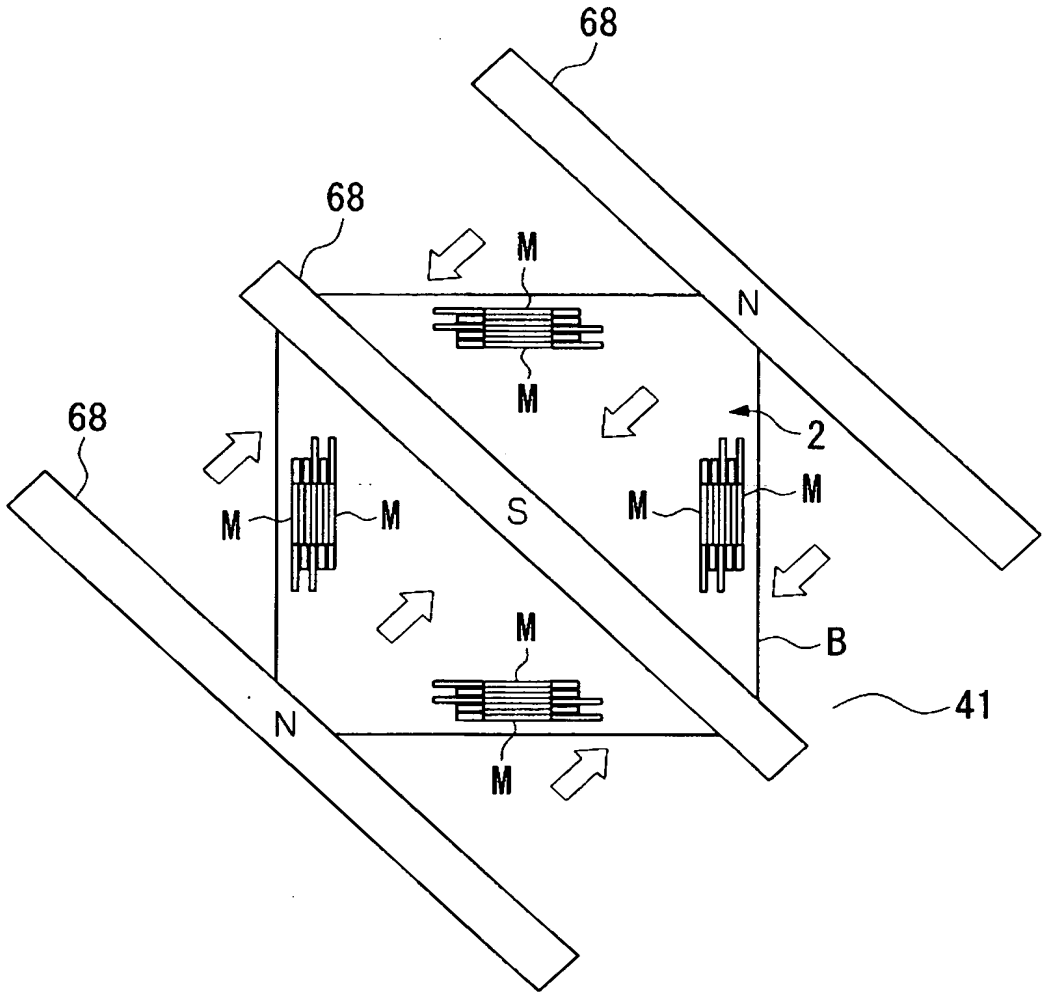
【図７】



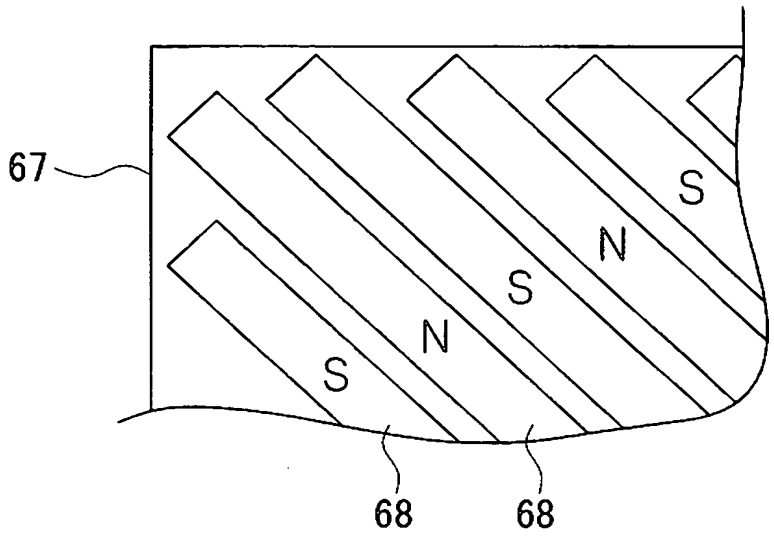
【図８】



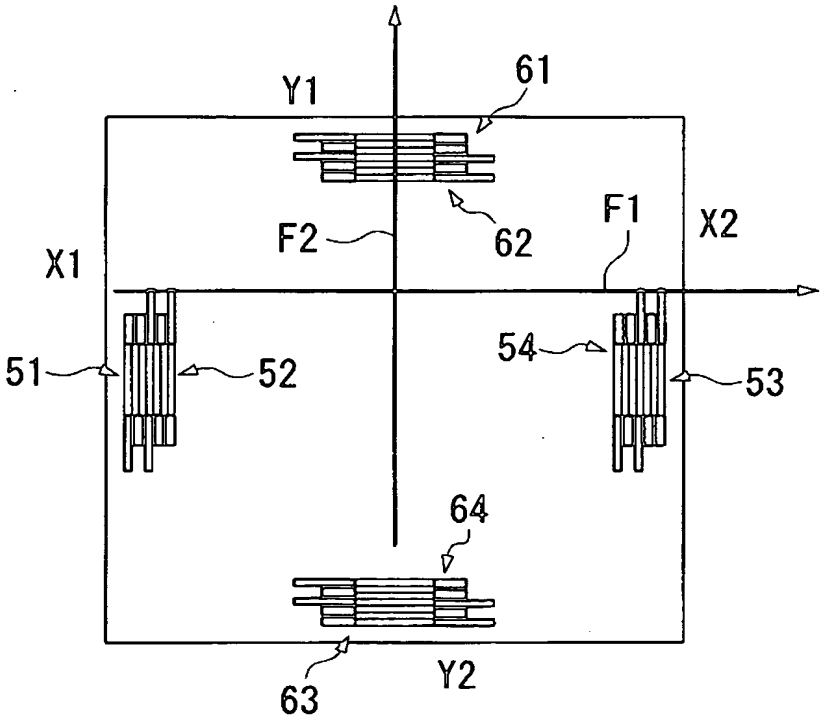
【図９】



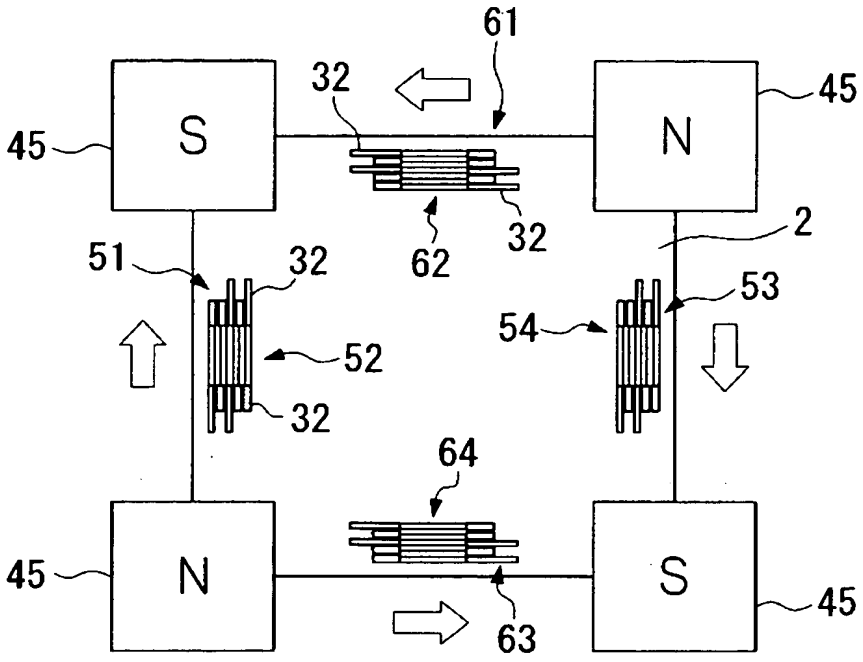
【図１０】



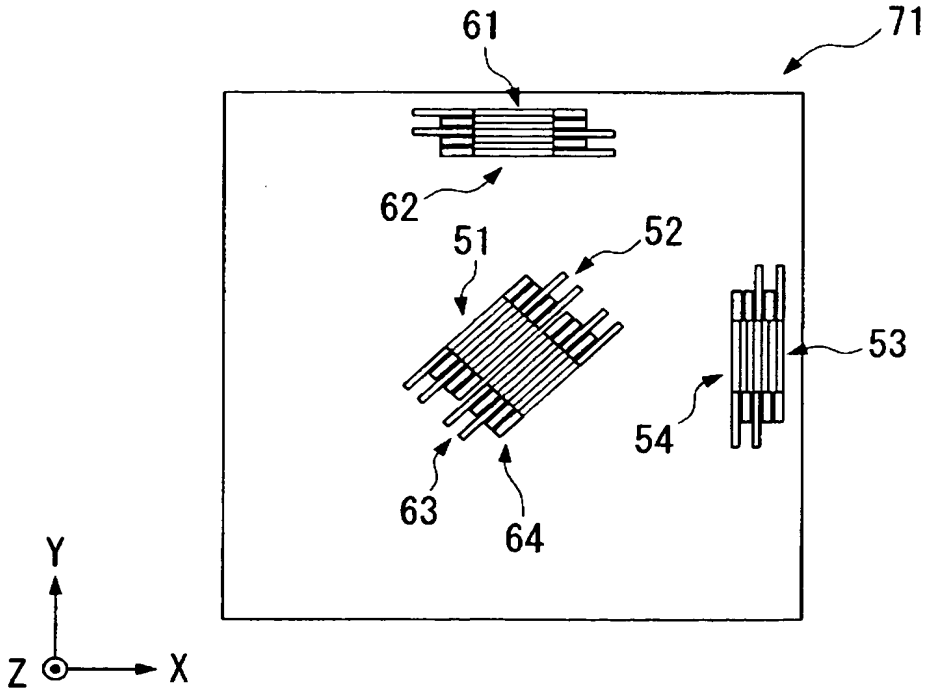
【図１１】



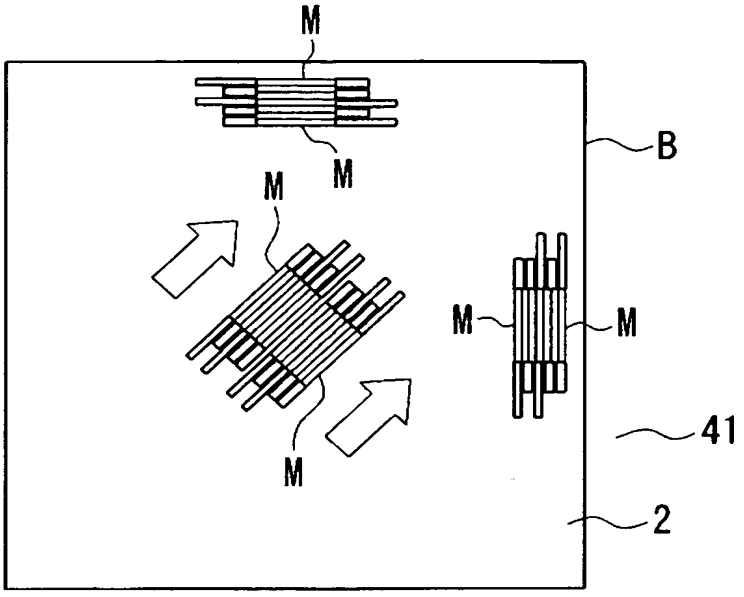
【図１２】


61
32
45
S
N
45
62
32
2
51
32
53
54
52
32
64
45
N
S
45
63

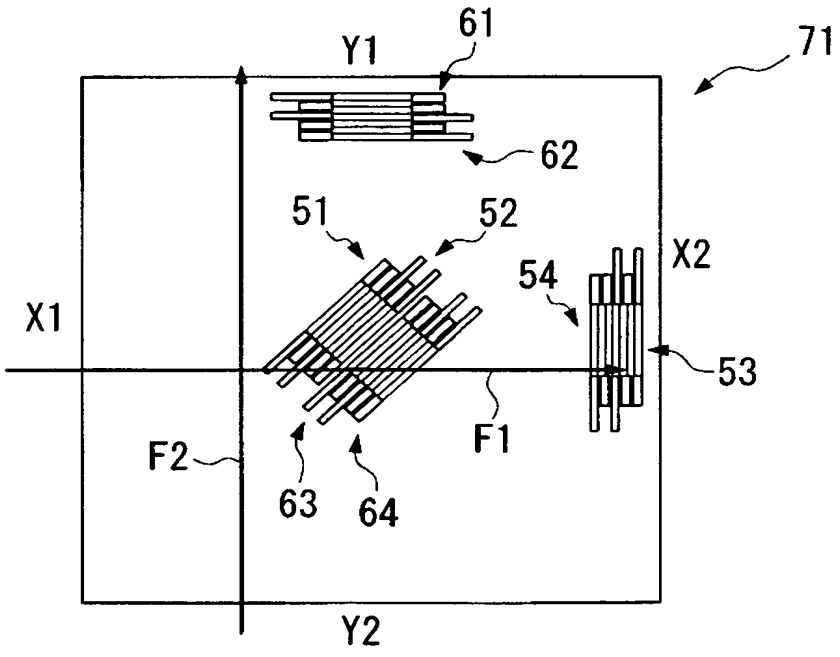
【図１３】


61
71
62
51
52
53
54
63
64
Y
Z
X

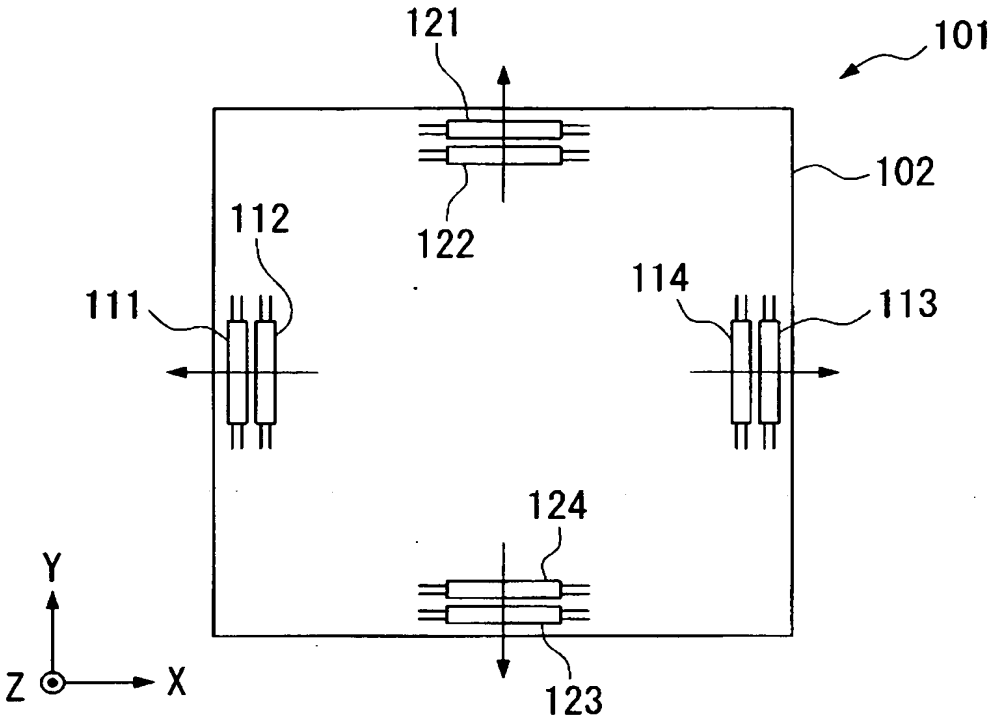
【図１４】



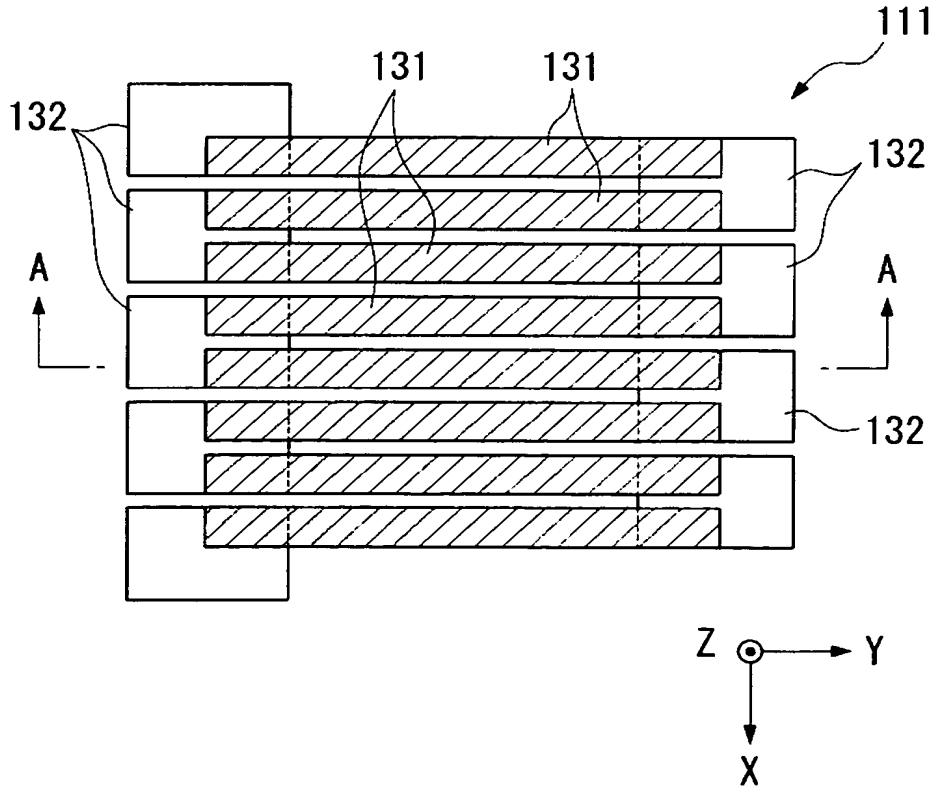
【図１５】



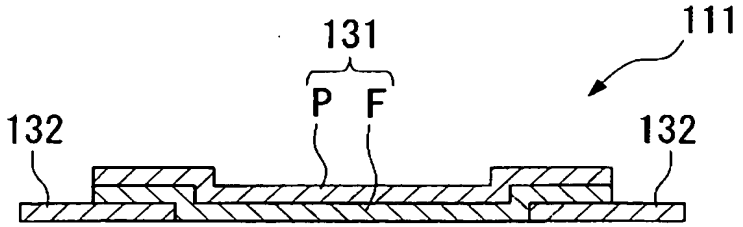
【図１６】


121
101
102
122
112
111
114
113
124
Y
Z
X
123

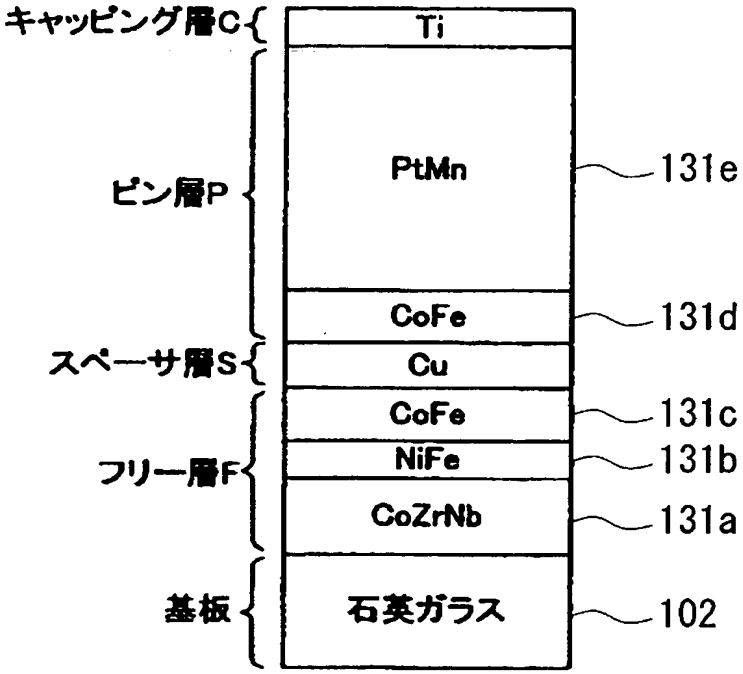
【図１７】


111
131
131
132
132
A
A
132
Z
Y
X

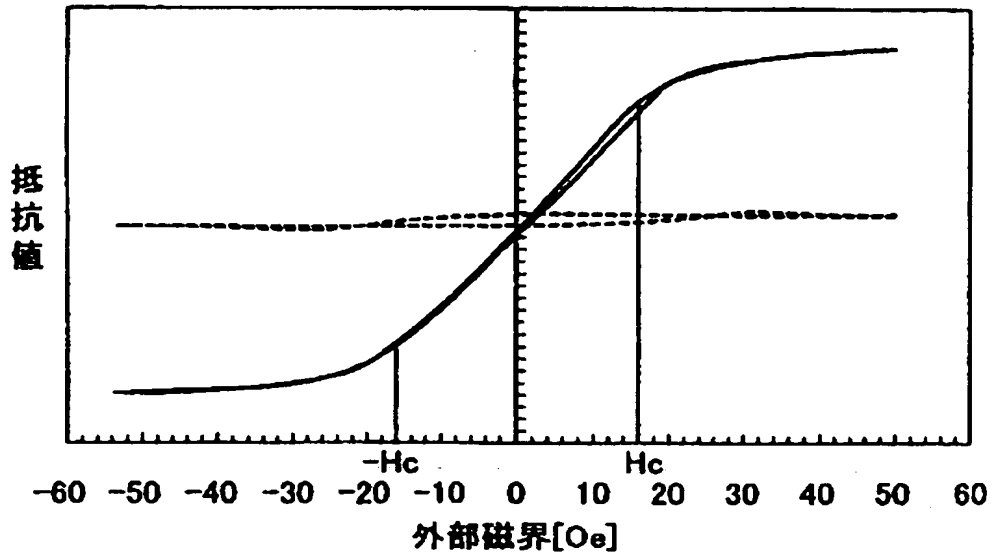
【図１８】


131
111
P
F
132
132

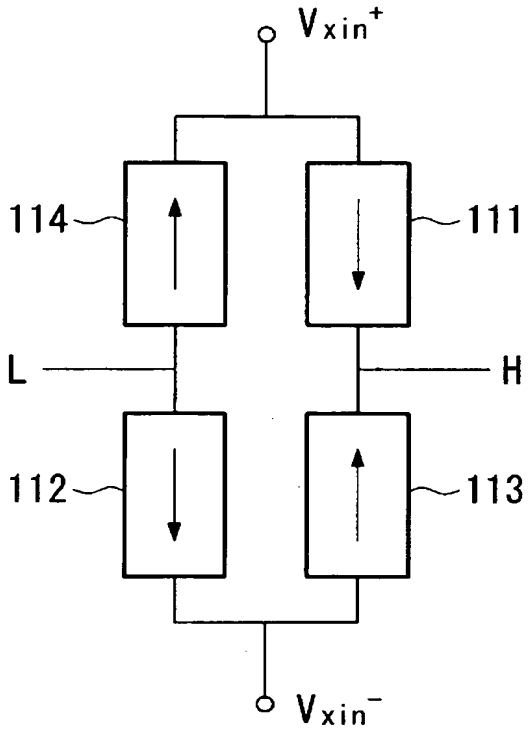
【図１９】


キャッピング層C
Ti
ピン層P
PtMn
131e
CoFe
131d
スペーサ層S
Cu
CoFe
131c
フリー層F
NiFe
131b
CoZrNb
131a
基板
石英ガラス
102

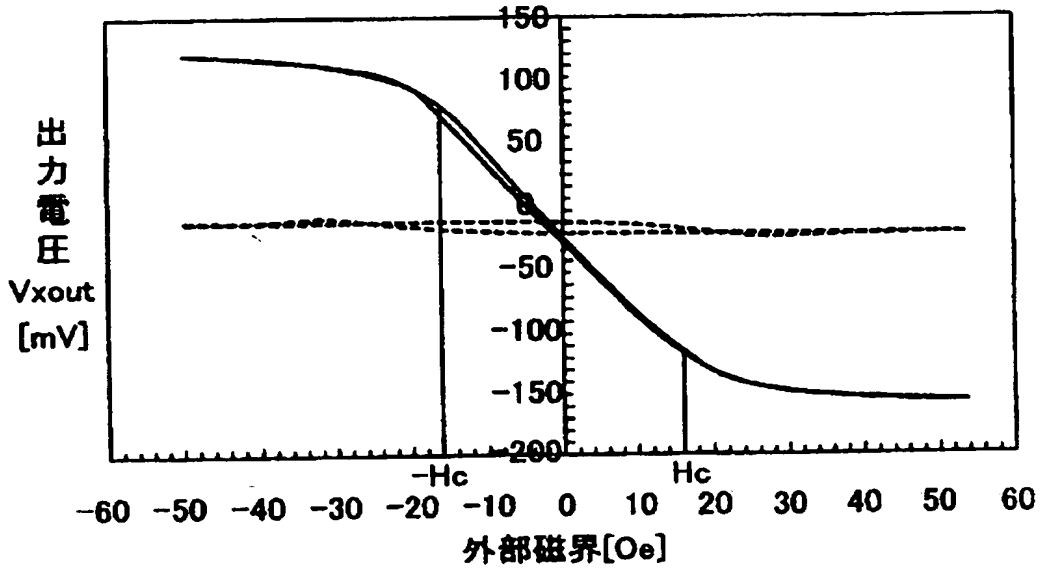
【図２０】


抵抗値
-Hc
Hc
-60 -50 -40 -30 -20 -10 0 10 20 30 40 50 60
外部磁界[Oe]

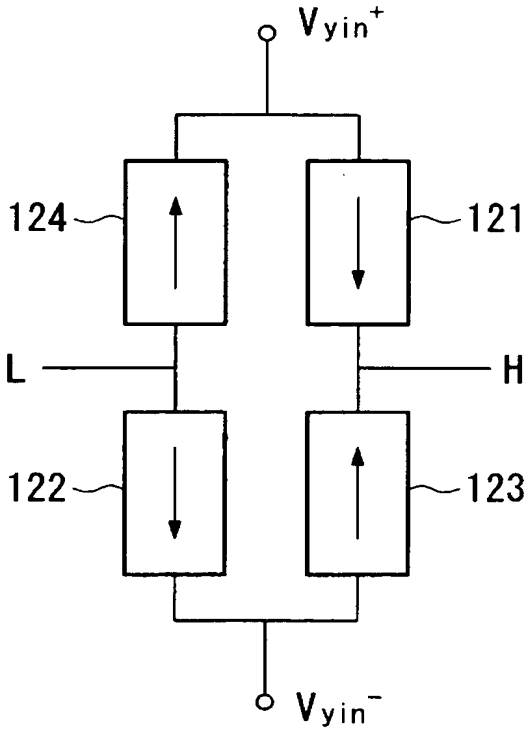
【図２１】


Vxin+
114
111
L
H
112
113
Vxin-

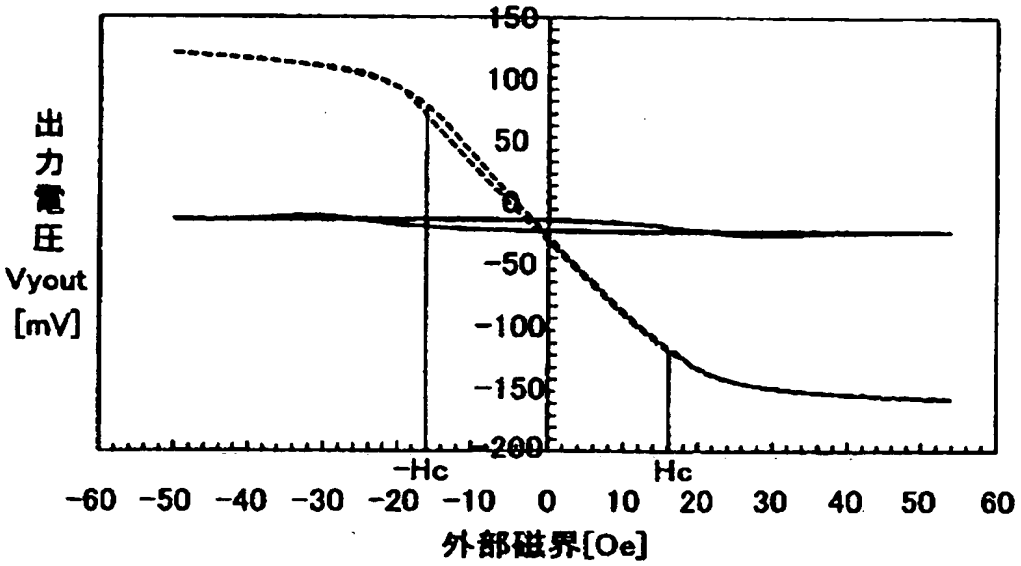
【図２２】


出力電圧
Vxout
[mV]
150
100
50
0
-50
-100
-150
-200
-Hc
Hc
-60 -50 -40 -30 -20 -10 0 10 20 30 40 50 60
外部磁界[Oe]

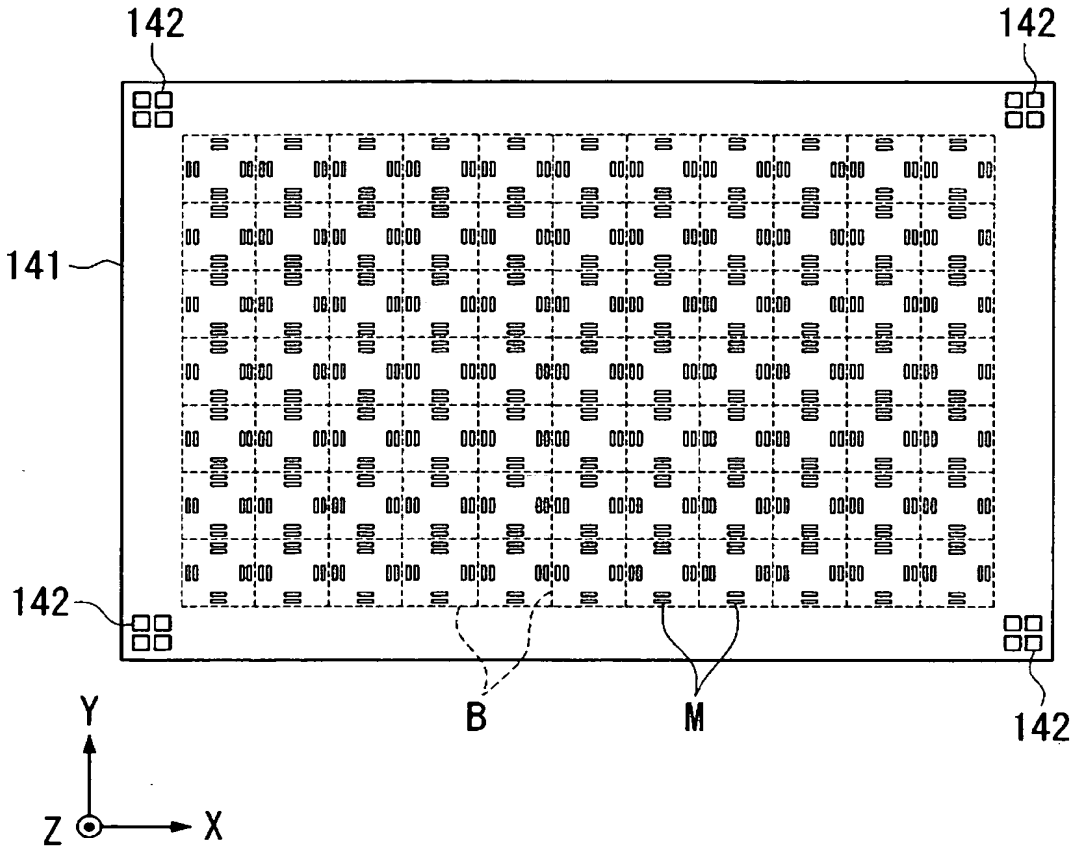
【図２３】


Vyin+
124
121
L
H
122
123
Vyin-

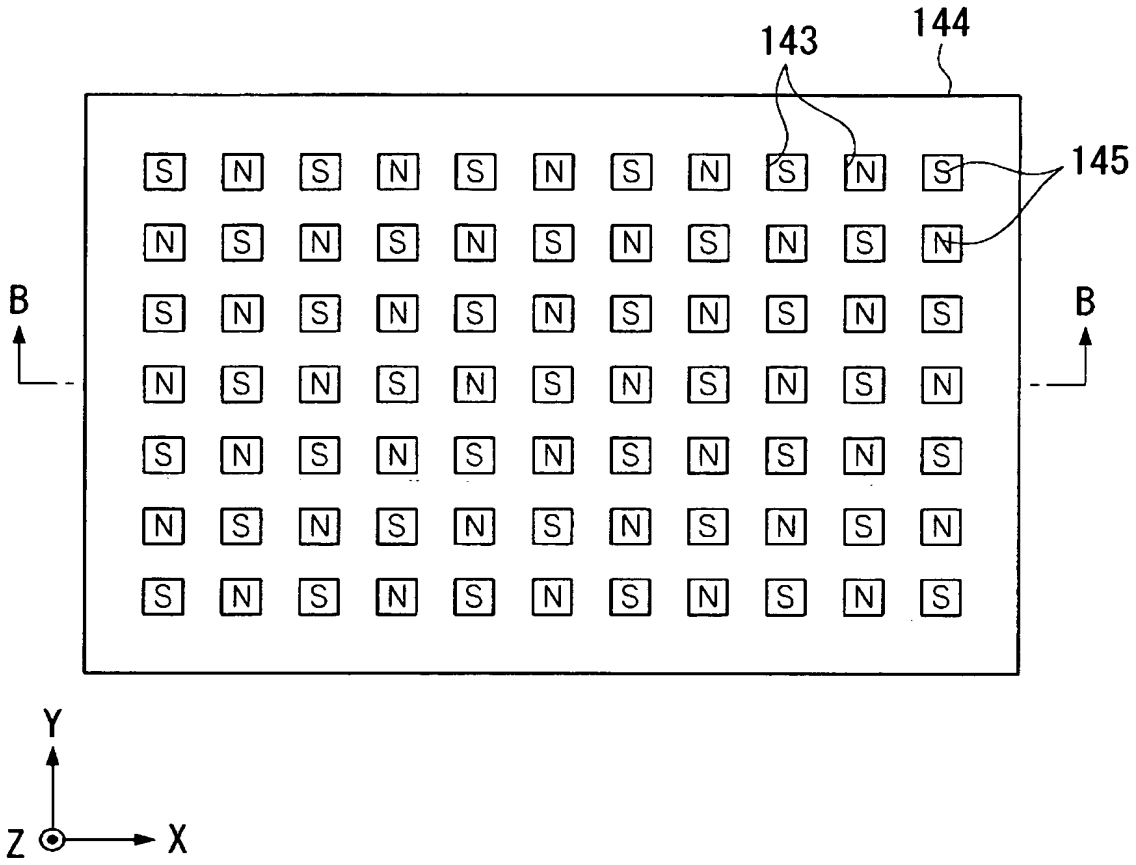
【図２４】


出力電圧
Vyout
[mV]
150
100
50
0
-50
-100
-150
-200
-Hc
Hc
-60 -50 -40 -30 -20 -10 0 10 20 30 40 50 60
外部磁界[Oe]

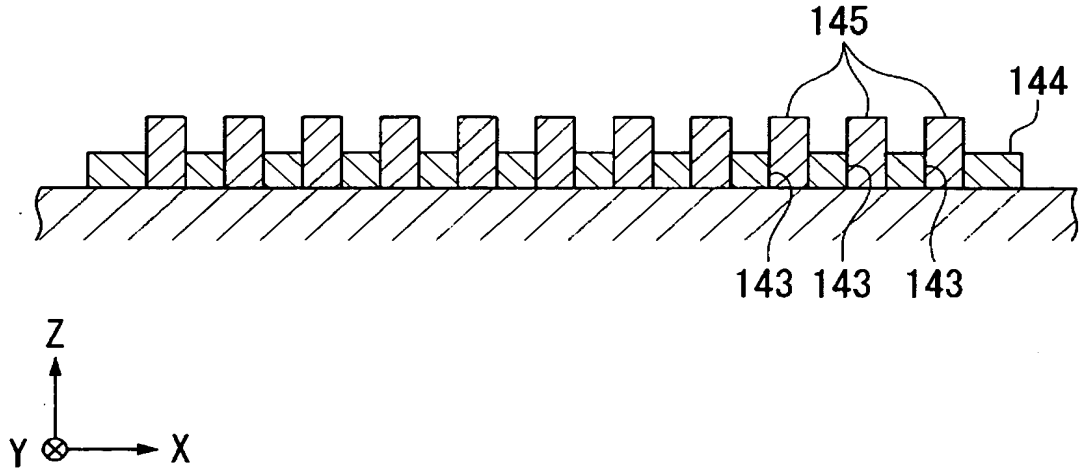
【図２５】



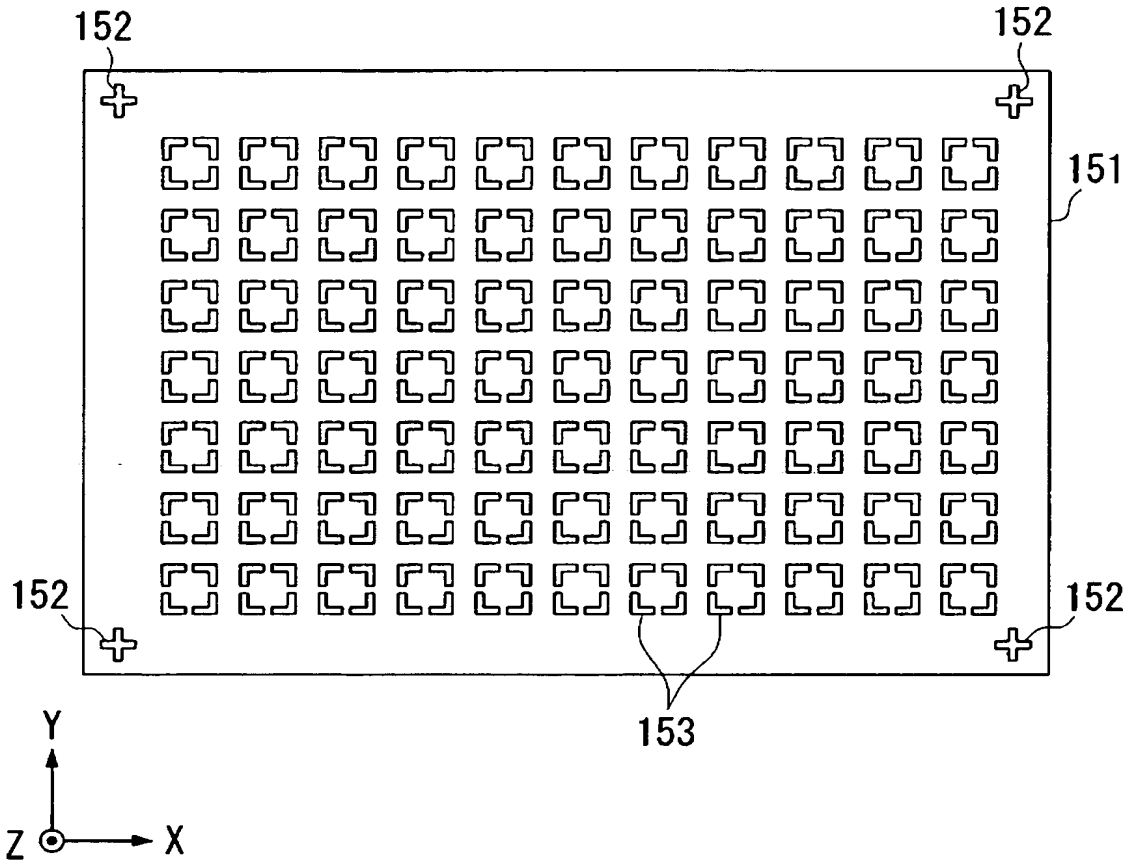
【図２６】


143
144
145
B
B
S N S N S N S N S N S
N S N S N S N S N S N
Y
Z
X

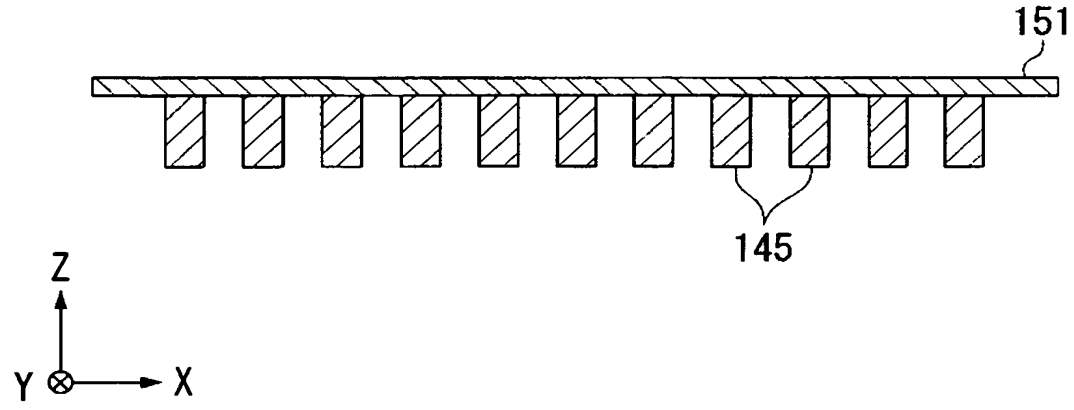
【図２７】


145
144
143 143 143
Z
Y
X

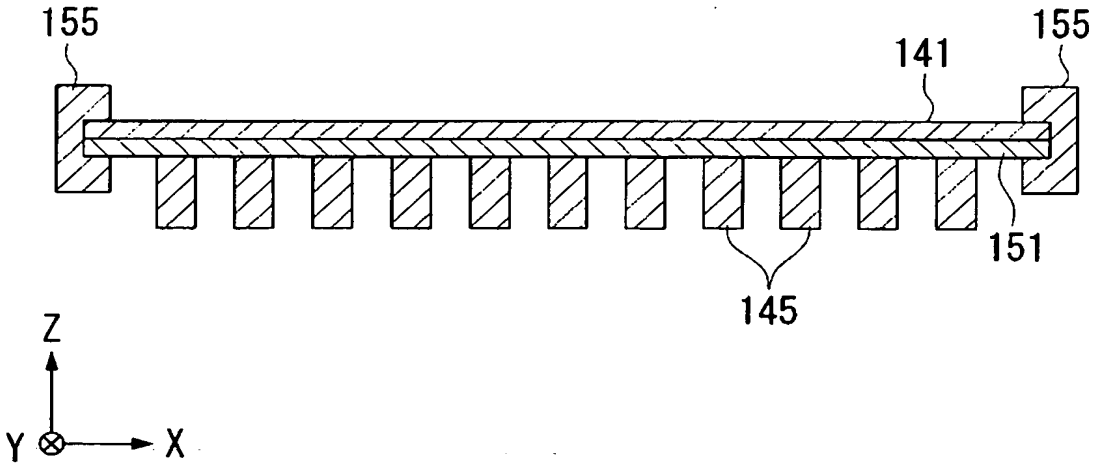
【図２８】



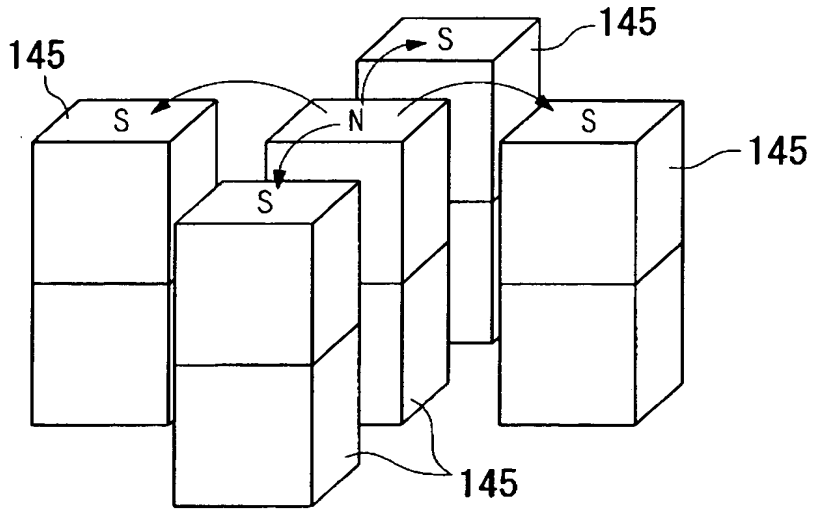
【図２９】



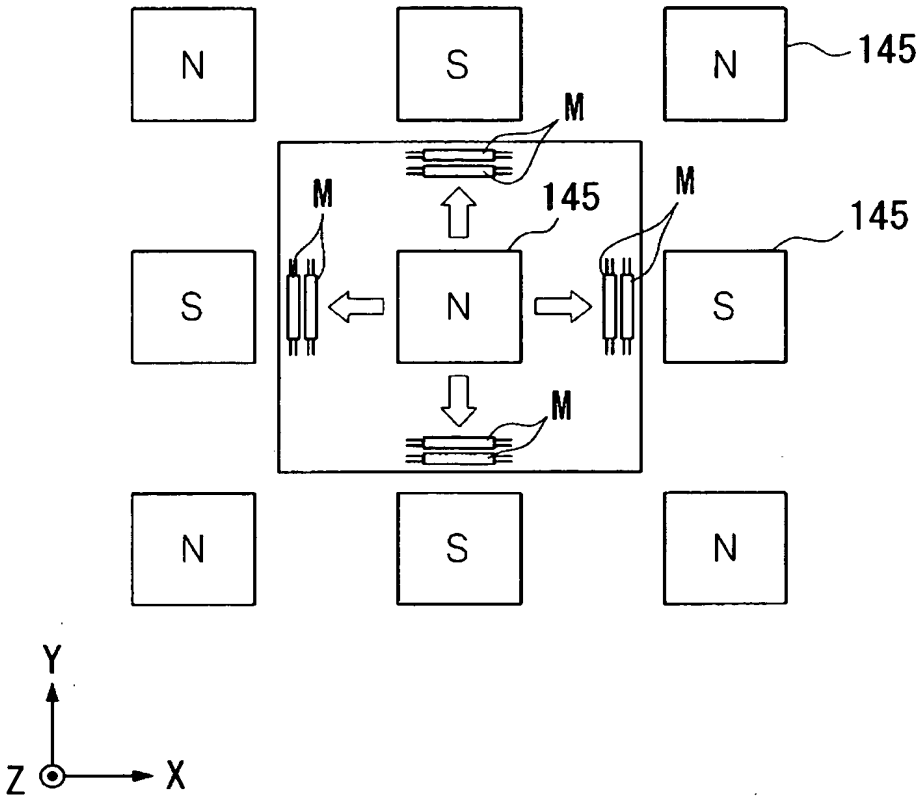
【図３０】



【図３１】



【図３２】



【書類名】　要約書

【要約】

【課題】　強い磁界が加わった場合におけるオフセットの動きを抑制することができ、その結果、耐強磁界特性を向上させることができる磁気センサ及びその製造方法を提供する。

【解決手段】　本発明の磁気センサ１は、石英基板２上に、磁気抵抗効果素子３１と磁気抵抗効果素子３１の両端に接続される永久磁石３２、３２とからなるＧＭＲ素子１１～１４、２１～２４を形成し、これら磁気抵抗効果素子３１、３１，…により２軸方向の磁界の大きさを検出するもので、磁気抵抗効果素子３１の磁化の向きと永久磁石３２、３２の磁化の向きとが４５°の角度をなすように配置されていることを特徴とする。

【選択図】　図１

特願２００２－３０４３９２

出　願　人　履　歴　情　報

識別番号　　［０００００４０７５］

１．変更年月日　　１９９０年　８月２２日
［変更理由］　　新規登録
住　所　　静岡県浜松市中沢町１０番１号
氏　名　　ヤマハ株式会社